



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

***CREACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN
DE UN ENTORNO INMERSIVO
DESATENDIDO PARA EL APRENDIZAJE DE
RADIOLOGÍA BASADO EN JUEGOS 3D.***



TESIS DOCTORAL

Francisco Jesús Manjón Mostazo

Málaga, noviembre de 2015



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: Francisco Jesús Manjón Mostazo

 <http://orcid.org/0000-0003-3640-3541>

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





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

INFORMA

Que el trabajo que presenta al superior juicio de la Comisión que designe la Universidad de Málaga D. **Francisco Jesús Manjón Mostazo**, sobre el tema titulado **CREACIÓN, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UN ENTORNO INMERSIVO DESATENDIDO PARA EL APRENDIZAJE DE RADIOLOGÍA BASADO EN JUEGOS 3D**, realizado bajo mi dirección, presenta los contenidos y el rigor científico suficientes para ser defendido como trabajo de Tesis y optar al grado de doctor.

Por lo que, según la normativa vigente, **AUTORIZA** su presentación para ser admitida a trámite de lectura.

En Málaga, a 9 de noviembre de 2015

Fdo.: Francisco Sendra Portero



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Agradecimientos

Agradezco al departamento de Radiología y Medicina Física, Oftalmología y Otorrinolaringología de la Universidad de Medicina de Málaga en general y en particular al Dr. Francisco Sendra Portero, como responsable y director de tesis, los medios puestos a mi disposición para la realización de este trabajo y el apoyo prestando en la revisión y contenidos multimedia. Así mismo, agradezco a D. Enrique Nava Baro por el apoyo técnico prestado y el material que ha puesto a mi disposición. A ambos les agradezco encarecidamente sus apoyos sin los cuales hubiera sido imposible la realización de este trabajo de investigación.

Agradezco a los alumnos Rafael Almirón Santabárbara, Ignacio Rodríguez Lavado, Salvador Romero Molina, Teodoro Rudolphi Solero y Cristina Teruel Garrido su participación en la evaluación de la primera versión del juego radiológico *Alone in the Sky*.

Agradezco a mi mujer Paqui el apoyo prestado en dedicación a nuestros niños Lucia y Juan Jesús mientras su padre elaboraba este trabajo.

Este trabajo se ha realizado en el contexto del Proyecto de Innovación Educativa de la Universidad de Málaga, PIE13-072 *The Medical Master Island: desarrollo de actividades educativas de pre y postgrado en entornos inmersivos.*

La Asociación de Radiólogos del Sur patrocina actualmente el mantenimiento del entorno gráfico 3D *The Medical Master Island*, Donde se ha realizado este proyecto.



Dedico esta tesis a la memoria a mi padre Juan Manjón López.

Producción científica

Comunicaciones a congresos y reuniones científicas

1. Diseño de entornos lúdicos para la docencia de radiología en Second Life. R. Lorenzo Álvarez, F. J. Manjón Mostazo, F. Sendra Portero. XXXII Seminario de la Asociación de Profesores Universitarios de Radiología y Medicina Física (APURF). Salamanca, del 14 al 16 de mayo de 2015. Comunicación oral.
2. Entornos inmersivos 3D en la docencia en pregrado: aprender jugando. R. Lorenzo Álvarez, F.J. Manjón Mostazo, T. Rudolphi Solero, F. Sendra Portero. IV CURSO DE DOCENCIA UNIVERSITARIA EN RADIOLOGÍA. Organizado por SERAM y FORA (Formación de pre y postgrado). Zaragoza, 18 y 19 de junio de 2015. Comunicación oral.

Índice

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1.	Enseñanza Clásica de la Radiología.	2
I.1.1.	Formatos de enseñanza clásica	2
I.1.2.	Ventajas e Inconvenientes de la Enseñanza Clásica.	5
I.2.	Enseñanza Radiológica basada en Contenidos Multimedia.	7
I.2.1.	Recursos off-line	8
I.2.2.	Recursos on-line.	12
I.3.	Enseñanza radiológica basada en e-learning.....	17
I.3.1.	Evolución de la enseñanza en e-learning.	18
I.3.2.	Características de la Plataformas de e-learning.	20
I.3.3.	Plataformas de e-learning en la Formación Online.....	21
I.3.4.	Nuevas tendencias en e-learning, los MOOC.	22
I.3.5.	E-learning en Radiología.	24
I.3.7.	Ventajas e Inconvenientes del e-learning.	29
I.5.	Nuevas Tendencias aplicables a la Enseñanza Radiológica.	30
I.5.1.	Mundos Virtuales como Simuladores del Mundo Real.	30
I.5.2.	Second Life	34
I.5.3.	Gamificación.....	41
I.6.	League of Rays – La Liga de Rayos	48
II.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	53
III.	MATERIAL Y MÉTODO.....	55
III.1.	Sistema de Información de Control de la Lógica del Proceso Educativo.	56
III.1.1.	Base de Datos MySql.....	56
III.1.2.	IDE HeidiSQL.	58
III.1.3.	Servidor Web y de Aplicaciones Apache-Tomcat.....	59
III.1.4.	Contenedor de Servicios Web’s Axis2.	59
III.1.5.	IDE Eclipse Luna.....	62
III.2.	Simulación: el mundo virtual Second Life.....	64
III.2.1.	Características principales de Second Life.	64
III.2.2.	Requisitos para el uso de Second Life.	65
III.2.3.	Características Básicas de Second Life.....	67

III.2.4.	Medical Master Island en Second Life.	70
III.3.	Interconexión Mundo Virtual-Real.	72
III.4.	Método	74
III.5.	Evaluación de usuarios.....	75
IV.	RESULTADOS	77
IV.1.	Características del Juego Radiológico <i>Alone in the Sky</i> (Sistema <i>Alonsky</i>). 78	
IV.2.	Aspectos Fundamentales del Sistema <i>Alonsky</i>	79
IV.2.1.	Aprendizaje en el Cielo.....	79
IV.2.2.	Salas de Formación.....	81
IV.2.3.	Plataformas de Evaluación.....	87
IV.2.4.	Navegación Guiada.....	89
IV.2.5.	Evaluación Automática.....	91
IV.2.6.	Información de Control.....	92
IV.3.	Diseño, configuración y construcción del Sistema <i>Alonsky</i>	93
IV.3.1.	Elementos del Proceso Educativo.....	93
IV.3.2.	Pasos en la Creación de un Bloque de Evaluación.....	99
IV.3.3.	Ejemplo de Creación de un Bloque de Evaluación.....	102
IV.4.	Método <i>Alonsky</i>	108
IV.4.1.	Elementos del Juego Radiológico.....	108
IV.4.2.	Fases.....	112
IV.4.3.	Flujo del Proceso Educativo.....	112
IV.5.	Evaluación de usuarios.....	116
IV.6.	Resultados y evolución del juego.....	119
IV.7.	Análisis de accesos al juego <i>Alone in the Sky</i>	122
V.	DISCUSIÓN.....	123
V.1.	Características del presente proyecto.....	125
V.1.1.	Automatización del proceso de Aprendizaje.....	127
V.1.2.	Productividad en el Proceso de Construcción.....	127
V.1.3.	Exposición de los Contenidos Formativos.....	128
V.1.4.	Focalización en la Información a Difundir.....	129
V.1.5.	Optimización del Proceso de Evaluación.....	129
V.1.6.	Apertura y Estandarización del Proceso Educativo.....	130
V.1.7.	Dificultades Técnicas.....	131

V.2. El Futuro.	133
V.3. Consideraciones finales.	136
VI. CONCLUSIONES.....	139
VII. BIBLIOGRAFIA.....	141
VIII. Manual de usuario – Anexo I.	149
IX. Sistema informático - Anexo II.	176

I. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio de la humanidad la educación ha sufrido grandes cambios en su concepción. El conocimiento siempre ha sido un bien muy preciado, estando en sus inicios muy concentrado en determinados ámbitos académicos, siendo muy difícil el acceso por parte del público generalista. Los grandes centros de conocimientos solo eran accesibles por grupos reducidos de privilegiados, muy vinculados con las altas jerarquías de la sociedad a la cual pertenecía un concentrado y reducido número de personas.

El conocimiento, al contrario que la materia, si se puede crear e igualmente destruir, sin embargo, tanto la materia como el conocimiento pueden transformarse. Por tanto ese aspecto de mutación es una de sus más destacadas características ya que el formato en que se percibe es precisamente lo que le confiere gran importancia.

Si analizamos la evolución de los distintos métodos de enseñanza y la evolución histórica que han tenido se observa que los grandes avances han llegado de la mano de un cambio disruptivo en el formato del conocimiento y en definitiva la forma en que la información se expone para su conocimiento. Desde la aparición de la escritura, la concentración del conocimiento en monasterios, universidades, empresas, etc. y en definitiva en grupos privilegiados de personas, la disrupción en la forma de exposición y transmisión de la información ha sido el elemento clave que ha provocado grandes avances en la educación. La aparición de libros y manuscritos como información inalterable en el tiempo, la imprenta de Gutenberg que permitió la producción en masa de escritos, la radio y televisión como difusores masivos de información actual, Internet como elemento interconexión de personas en ubicaciones físicas distintas, y como estos hay innumerables ejemplos de que está compuesta la historia de la evolución de la humanidad, siempre un cambio disruptivo en la forma en que concebían tradicionalmente las cosas ha sido y será en el futuro la piedra angular del cambio.

Por tanto, esta tesis se basa en la aplicabilidad de algunos de los últimos cambios disruptivos que han tenido lugar a finales del siglo XX e inicios del XXI en lo relativo al avance en la transmisión y nuevas formas de exponer la información, virtualización de contenidos educativos, interconexión y/o relación de los actores principales en el proceso

educativo haciendo uso de nuevas técnicas como la *gamificación*, jugar aprendiendo o aprender jugando.

En el desarrollo de este estudio se expondrá la evolución de las distintas formas en que puede efectuarse el proceso educativo orientado a la enseñanza radiológica, con una especial incidencia en la enseñanza radiológica actual y su evolución en estos últimos años.

I.1. Enseñanza Clásica de la Radiología.

La enseñanza radiología se ha basado fuertemente en la exposición de contenidos visuales, ya que su principal función es determinar y extraer cierta información médica de las imágenes clínicas tomadas por los distintos dispositivos de adquisición de imágenes médicas.

La extracción de información de las imágenes puede llegar a ser compleja y requiere cierto grado de experiencia y especialización. Así pues, la automatización de los diagnósticos basados en imágenes puede llegar a ser una tarea arduamente difícil y en ocasiones imposible. En definitiva el formato profesor como experto y el alumno aprendiz se acomoda bastante al formato en que hay un emisor y un receptor de información. En ocasiones esta exposición puede ser *directa*, siendo necesaria la conexión física y visual de profesor emisor y el alumno receptor –también conocida como clase magistral– o *diferida*, donde la presencialidad de ambos actores no es necesaria se sigue manteniendo la dirección fija y única del flujo de la información entre el profesor-alumno.

I.1.1. Formatos de enseñanza clásica

Esta forma de exposición de contenidos es la seguida en varios de los formatos del proceso educativo como las clases teóricas, clases prácticas, enseñanza programada, tutorías, talleres, seminarios, estudios de casos [Sendra 1992] [Torales 2008].

I.1.1.1. Clases Teóricas.

La clase teórica consiste en la exposición teórica de contenidos por parte de un actor principal, emisor, o docente de información y un actor secundario, receptor, o alumno. Este formato de clase magistral es el más extendido en la docencia clásica ya que el docente es un experto que adecua su exposición a un contenido teórico preparado por el mismo con especial incidencia a la información que quiere transmitir a alumno.

Por su facilidad en la elaboración y exposición del contenido es un formato muy usado tanto en la actualidad como en el pasado, sin embargo, su efectividad hoy en día ha sido ampliamente discutida en tanto por alumnos como por profesores [Sendra 1992].

I.1.1.2. Clases Prácticas.

Similar a la clase teórica con la variación de que la información tratada es eminentemente práctica y necesaria para el desempeño futuro como profesional por parte del alumnado. Consiste en el estudio individualizado de pruebas radiológicas reales por parte del alumno y la tutorización individual por parte del docente-profesor. Resulta fundamental el seguimiento del progreso del alumno por parte del docente, lo que significa a efectos prácticos una atención individualizada y concentrada en la evolución del aprendizaje de este último fundamentalmente por la importancia del conocimiento adquirido.

I.1.1.3. Tutorías.

Proceso por el cual el alumno solicita aclaración sobre la información recibida en las clases impartidas con anterioridad por el docente-profesor.

A destacar que este tipo de enseñanza es *one-to-one* en lo relativo al flujo de la información y tiene alto coste en términos académicos al ser individualizada y recibida por un único alumno.

I.1.1.4. Talleres.

Similar a la clase práctica con la variación de que el alumno interviene tras la exposición teórica del docente-profesor. La finalidad es la realización por parte del alumno de una tarea, ya sea individual o en grupo, relacionada con la exposición del docente-profesor. Tiene una misión eminentemente práctica y su objetivo final es obtener cierta cualificación práctica por parte del alumno. El docente, si bien es una parte fundamental de esta técnica ya que dirige desde un punto de vista técnico el aprendizaje, no es el actor principal de la misma.

I.1.1.5. Seminarios.

Similar a la clase práctica con la variación de que la información expuesta es altamente especializada y práctica, inclusive para profesionales altamente cualificados. Se caracteriza principalmente por una fuerte interacción entre el docente-profesor y el alumno-receptor lo que supone una alta implicación del primero en la exposición del contenido y un aprendizaje muy activo por parte del último. Como se indica en Torales [2008] el profesor debe actuar como catalizador del proceso formativo.

I.1.1.6. Estudios de Casos Clínicos.

Similar a la clase práctica con la variación de que el estudio radiológico de la prueba se engloba en un estudio más pormenorizado del paciente, siendo el objetivo final la obtención de un diagnóstico y tratamiento de una patología.

I.1.1.7. Congresos Presenciales.

Reunión donde se realiza una exposición de información con el objeto de difundir e intercambiar conocimientos. Puede ir acompañada con discusiones sobre la exposición realizada. Típicamente las exposiciones suelen efectuarse por los ponentes altamente cualificados en el área técnica sobre la cual versa la exposición, aunque los intervinientes pueden ser de distintos campos o áreas de conocimiento.

Se caracteriza por una fuerte interacción entre los intervinientes en el mismo en forma de ponencias, foros y debates. Es un formato ampliamente utilizado en el ámbito universitario.

I.1.1.8. Enseñanza Programada.

Consiste en dirigir por parte del docente-profesor al alumno programándole la materia a ser asimilada haciendo uso de cualquier material que le permita adquirir conocimientos previamente establecidos en los planes de estudios [Torales 2008].

Se hace uso de materiales impresos como libros de texto, revistas y artículos científicos o de otro cualquier tipo como los multimedia, audios y videos, o recursos webs estáticos, que permitan de forma organizada el aprendizaje. Tiene como característica que se llevará a cabo de forma individualizada por parte del alumno si bien tutorizada por parte del docente-profesor.

I.1.1.9. Literatura Médica Impresa.

Utilizada como materiales auxiliares de refuerzo en la adquisición de conocimientos. Se organizan en función del área o materia técnica a reforzar y tienen como característica fundamental que sus autores suelen ser expertos en el área de que tratan. Su principal característica es que son productos comerciales con sus ventajas de universalidad e inconvenientes en el acceso y coste.

I.1.2. Ventajas e Inconvenientes de la Enseñanza Clásica.

Las ventajas e inconvenientes de la enseñanza clásica podrían ser objeto de una discusión amplia que daría lugar a nuevos estudios sobre su viabilidad en la actualidad, considerando que la gran variedad de nuevas formas de enseñar disponibles actualmente podría complementar e incluso en algunos casos sustituir la enseñanza clásica. Su

tratamiento en profundidad no es el objeto de esta tesis, pero su conocimiento es interesante.

Con respecto a las ventajas, la relación directa entre el emisor (docente-profesor) y el receptor (alumno) del conocimiento es uno de sus grandes puntos fuertes. La recepción de información se refuerza y afianza notablemente cuando se transmite entre personas de forma directa. Superar la frialdad en la transmisión de conocimiento de los nuevos métodos existente actualmente, fuertemente vinculados a las Tecnologías de la Información, es uno de los grandes obstáculos de la evolución de la enseñanza. Este problema no ocurre en la enseñanza clásica puesto que los interlocutores en la transmisión de conocimiento establecen una vinculación directa y personal. La complicidad y el detalle del conocimiento es muy difícil de lograr cuando la relación no es directa y en ocasiones entre iguales.

Con respecto a las desventajas, la relación directa, este mismo aspecto que constituye una ventaja, puede llegar a ser su principal inconveniente cuando la transmisión de conocimiento no alcanza las cotas necesarias de efectividad [Miller 1975]. Otra desventaja muy relevante es el coste elevado de transmisión si lo comparamos con el coste de transmitir conocimiento haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información. El mantenimiento de la relación directa docente-profesor y alumno lleva implícito el mantenimiento de una serie de infraestructura anexa que sirva de soporte para la misma. El funcionamiento diario de los centros de formación que hacer uso de la enseñanza clásica tiene unos costes implícitos altos ya que deben mantener infraestructuras caras. Universidades u otros Centros de Formación soportan costes que incluyen las matrículas, el profesorado, mantenimiento de aulas, elaboración del material docente, etc., costes que dificultan enormemente universalización e implantación en masa.

I.2. Enseñanza Radiológica basada en Contenidos Multimedia.

La enseñanza clásica ha sido la única posible hasta finales del siglo XX. La aparición de los primeros computadores finales de los ochenta supuso un cambio disruptivo en la enseñanza al poder hacer uso de los mismos como herramienta de aprendizaje. En el campo de la Radiología la aparición de los primeros computadores gráficos proporcionó una nueva herramienta de procesamiento de información radiológica. La digitación de las pruebas radiológicas permite su procesamiento en computadores con capacidad gráfica media-alta. Este avance supuso la apertura a nuevas técnicas, ya no solo de un nuevo formato de visualización de pruebas radiológicas aplicable al aprendizaje y diagnóstico médico, sino a nuevos campos de investigación en lo relativo al procesamiento automático de imágenes en el campo de la Radiología [Mugarra y Díaz 2004].

La aparición del formato digital en las pruebas radiológicas aplicado al campo de la enseñanza ha supuesto un cambio importante en la forma de aprender en lo relativo a la posibilidad de crear nuevas fuentes de información radiológica. Este cambio supone una alternativa a la enseñanza clásica, que si bien no la sustituye completamente, proporciona un complemento a la misma. La unión de la imagen digital y las técnicas clásicas de enseñanza no suma sino que multiplica las posibilidades de aprendizaje.

Aparece pues un conjunto de nuevos formatos de información que permite agilizar el aprendizaje, creando sistemas de exposición de información altamente atractivos, potentes y sobre todo interactivos, gracias a los contenidos multimedia, que hacen uso de sonidos (audios), videos y animaciones juntos o por separados. Pero lo fundamental es que se le dota de interactividad a los mismos, de forma que el usuario que los reproduce deja de ser un sujeto pasivo para pasar a ser un actor en el proceso de aprendizaje. Por primera vez desde la enseñanza clásica el alumno o receptor toma las riendas del aprendizaje dejando de ser un sujeto dirigido en el proceso educativo.

Según su disponibilidad y formato los nuevos recursos aplicables a la enseñanza radiológica podrían dividirse en contenidos *off-line* o aquellos que están registrados en

soportes o medios no actualizables y contenidos *on-line* o aquellos almacenados en medios dinámicos (servidores) que permiten su actualización por parte de su creador y su difusión mediante acceso remoto a los contenidos.

I.2.1. Recursos off-line

Se agrupan como información estática y no actualizable, aunque puede estar versionado en función de su publicación. Se encuentran almacenados en un soporte no actualizable, como CD-ROM y DVD. Son interactivos y muestran información en forma de textos, imágenes, videos, sonido y animaciones, por separados o en conjunción varios de ellos.

De especial interés en este trabajo son los recursos off-line "Un Paseo por la Radiología", Aulaga, Álbum de Signos Radiológicos y TRIPA-TC [Sendra 2010] realizados en el Departamento de Radiología y Medicina Física, Oftalmología y Otorrinolaringología de la Universidad de Medicina de Málaga. Algunos de estos trabajos han sido tema de estudio en proyectos de tesis doctoral [Algarra 1999], [Navarro 2005], [Fernández Ramos 2011] y son precursores de posteriores trabajos de investigación sobre innovación educativa.

Un Paseo por la Radiología es un conjunto de prácticas de radiología autodirigidas [Sendra 2010] en formato CD-ROM, aunque luego evolucionaría a un formato web más dinámico y actualizable¹. Estas prácticas de radiodiagnóstico asistidas por computador cuyo objetivo es el entrenamiento visual de hallazgos normales y anormales, contienen una colección de casos variados indexados (72 casos normales y 75 patológicos), de forma que el propio usuario es quien decide el flujo (orden) de estudio haciendo uso de secuencias fácilmente seleccionables por él mismo.

¹ <http://www.rayos.medicina.uma.es/eao/PaseoRX.htm>



Figura I.1. Portada de la versión 3.2 de Un paseo por la Radiología editada en CD-ROM.

Aulaga [Sendra 2010] es una aplicación programada originariamente en Visual Basic (Microsoft) y reeditada posteriormente en PowerPoint, lo que permitió establecer un formato más manejable en términos técnicos así como su evolución a recurso on-line (web). Realizada por el Dr. Algarra García, su diseño y elaboración constituyó su tesis doctoral [Algarra 1999]. La aplicación explica y desarrolla conceptos sobre técnica, anatomía y cáncer de pulmón, haciendo uso de textos, gráficos, dibujos, imágenes radiológicas apoyados con audios y videos.



Figura I.2. Portada de la versión original de Aulaga editada en CD-ROM.

Album de Signos Radiológicos es una aplicación multimedia construida en PowerPoint compuesta por una colección de semiología radiológica. Creada por Eugenio Navarro, fue también su tema de tesis doctoral [Navarro 2005] y está constituida por un diccionario de 800 registros y un álbum de 356 signos referenciados bibliográficamente [Navarro y Sendra 2005].

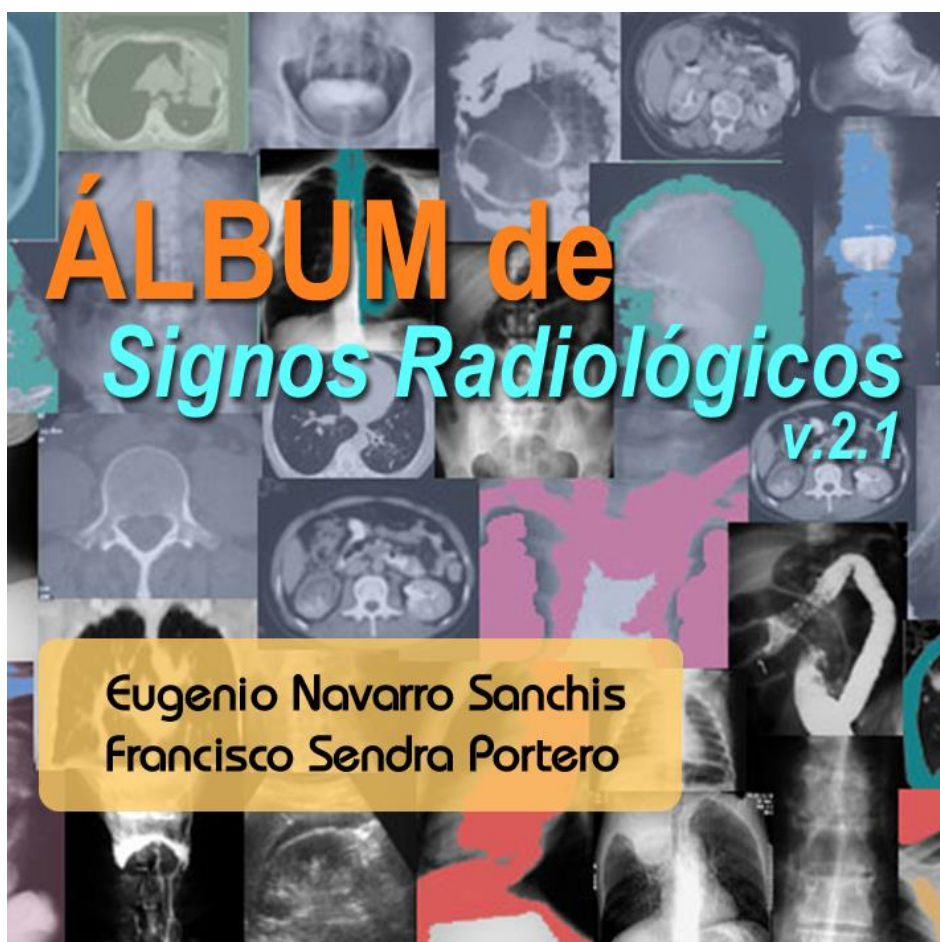


Figura I.3. Portada de la versión 2.1 editada en CD-ROM de Album Signos Radiológicos.

TRIPA-TC es un Tutorial de Radiología, Imágenes de Pelvis y Abdomen. Es una aplicación multimedia, similar a AULAGA, pero orientada a la enseñanza de la TC abdominopélvica. También fue tema de tesis doctoral [Fernández Ramos 2011] y está compuesta por tres secciones que describen anatomía, técnica y patología. Fuertemente orientada al entrenamiento visual y orientado como un Atlas visual constituido por unas 900 pantallas agrupadas en 19 presentaciones relacionadas PowerPoint [Sendra 2010].

Estos trabajos han sido evolucionados con posterioridad a versiones de recursos on-line que actualmente están en diferente fase de desarrollo².

² <http://www-rayos.medicina.uma.es/eao/eao.html>

I.2.2. Recursos on-line.

Agrupan información de forma dinámica y fácilmente actualizable. Surgen con la aparición de la interconexión en los computadores personales a finales del siglo XX, siendo su punto disruptivo la aparición de Internet. La red de redes permitió que grandes volúmenes de información fueran fácilmente publicables y accesibles por un gran número de usuarios desde ubicaciones distanciadas físicamente con relativa facilidad y un coste asumible por parte del consumidor y creador de la misma.

Los recursos on-line se encuentran publicados en gran número de diferentes formatos digitales como lo son las páginas webs, Podcast, Webinars, pdf's a otros formatos más elaborados y con cierta interactividad como los Chat's, Wikis, RSS, Foros, Blogs y Congresos Virtuales.

La cantidad de recursos on-line que existen actualmente orientados a la enseñanza radiológica es gigantesca. En Torales [2008] se establece una clasificación interesante diferenciando información de tipo generalista y específica para el ámbito de la enseñanza radiológica.

En cuanto a recursos on-line de tipo generalista podemos encontrar información radiológica en buscadores generalistas como Google, Yahoo o Bing entre otros existentes. De igual forma, existen innumerables páginas webs que publican información médica de interés en el ámbito de la enseñanza radiológica que no están centralizadas ni referenciada como información radiológica, pero que contienen información de gran calidad. Su funcionamiento generalista proporciona herramientas de búsqueda y almacenamiento de gran calidad y potencia en su primer uso. Además, su potencia como indexadores de información les hace ser un excelente directorio que enlaza con otras herramientas y buscadores más específicos, orientados a la enseñanza radiológica.

TABLA I.1. RECURSOS RADIOLÓGICOS ON-LINE.

<i>Cursos y Tutoriales</i>	
E-MRI	http://www.imaios.com/en/e-Courses/e-MRI
The Radiology Assistant	http://www.radiologyassistant.nl
<i>Colecciones de Imágenes</i>	
Harry's Chest Radiology Atlas	http://chestatlas.com
On Call Radiology	http://www.oncallradiology.com
<i>Casos Clínicos</i>	
AuntMinnie.com	http://www.auntminnie.com
EuroRad	http://www.eurorad.org
<i>Material de Consulta</i>	
CHORUS	http://chorus.rad.mcw.edu
Radiopaedia	http://www.radiopaedia.org
<i>Recursos de Actualización Médica</i>	
Pubmed	http://www.pubmed.gov
Campusradiologiavirtual.org	http://campusradiologiavirtual.org
<i>Portales y Directorios Radiológicos</i>	
AMERAM	http://www.ameram.es
AuntMinnie	http://www.auntminnie.com
e-faardit	http://www.faardit.com.ar
Radiologyeducation.com	http://www.radiologyeducation.com
PediatricRadiology.com	http://www.pediatricradiology.com
<i>Blogs</i>	
Sumer's Radiology Site	http://www.sumerdoc.blogspot.com
Radiología en Internet	http://radiologiaeninternet.blogspot.com
<i>Podcast</i>	
CtisUs	http://www.ctisus.org
LearningRadiology.com	http://www.learningradiology.com
<i>Buscadores Radiológicos</i>	
Yottalook	http://www.yottalook.com
Goldminer	http://goldminer.arrs.org
SearchingRadiology.com	http://www.searchingradiology.com
RadiologySearch.Net	http://www.radiologysearch.net
<i>Redes Sociales</i>	
radRounds	http://www.radrounds.com
Radiolopolis	http://www.radiolopolis.com
LearningRadiology.com	http://www.learningradiology.com

En cuanto a recursos on-line de tipo específico podemos encontrar actualmente gran cantidad de buscadores, portales y directorios radiológicos. En ellos podemos encontrar información como revistas, artículos y libros electrónicos, tutoriales y manuales de formación orientados a casos clínicos, así como una gran infinidad de información agrupada en foros, Chat's, Wiki's, Blog's, Podcast, Webinars y Congresos Virtuales. A continuación se muestra una tabla algunos recursos de interés radiológico [Sendra y Muñoz 2011].



Figura I.4. Página de entrada de AMERAM.

De especial interés en este trabajo es el recurso on-line AMERAM (Aplicación Multimedia para la Enseñanza de Radiología a Alumnos de Medicina) [Sendra y cols. 2012]. AMERAM es un portal web interactivo creado en el Departamento de Radiología y Medicina Física, Oftalmología y Otorrinolaringología de la Universidad de Medicina de Málaga. Está constituido por un conjunto de clases virtuales que reproducen las lecciones magistrales (clase magistral) elaboradas originariamente en presentaciones PowerPoint y que posteriormente serían migradas a un conjunto de presentaciones Flash.

Estas presentaciones se encuentran alojadas una URL accesible sin clave³, lo que le confiere facilidades a la hora de la actualización de contenidos.

Al igual que con la enseñanza clásica, las ventajas e inconvenientes de la enseñanza on-line podrían ser objeto de una amplia discusión. Si nos centramos en la línea investigadora de este proyecto se podrían hacer algunas consideraciones al respecto.

En cuanto a las ventajas, el abaratamiento del material didáctico al ser exclusivamente en formato electrónico, supone que el coste de producción disminuye en gran medida lo que tiene como efecto inmediato un aumento en la producción de nuevos contenidos docentes, a la vez que facilita su estandarización y fabricación en cadena. Así mismo, la alta disponibilidad gracias al uso de tecnologías de información y comunicación, permite que su publicación y uso se dinamice de forma que su publicación sea casi inmediata y consecuentemente lleva implícito el beneficio en la formación de alumnos y profesionales médicos. Otra ventaja muy significativa es el alto realismo alcanzado mediante el uso de técnicas multimedia y computadores personales de gran potencia gráfica. Además se produce como efecto secundario que la información de calidad esté disponible a un público mayor que con la enseñanza clásica.

Con respecto a las desventajas, la formación basándose en recursos on-line es muy impersonal lo que dificulta el seguimiento del proceso educativo por parte del docente-profesor, ocurriendo principalmente por la ausencia del feedback educativo entre alumno y profesor. Así mismo, la dificultad de la evaluación del aprovechamiento o desempeño del alumno supone un handicap difícil de superar, teniéndose que volver a utilizar técnicas de evaluación similares a la enseñanza clásica. Surge además un problema añadido en cuanto al establecimiento en términos cuantitativos del coste/aprovechamiento del recurso multimedia.

³ <http://www.ameram.es>

En definitiva, las herramientas on-line complementan, facilitan y potencian la formación radiológica, pero su uso único no puede sustituir a la enseñanza clásica manteniendo las mínimas garantías de éxito del proceso educativo [Sendra y cols. 2013b].

I.3. Enseñanza radiológica basada en e-learning.

Con el avance de las tecnologías de la información aparecen nuevos sistemas de apoyo a la enseñanza basados en contenidos multimedia y con un alto componente de interactividad. A diferencia de la enseñanza basada en contenidos multimedia la enseñanza basada en sistemas del tipo e-learning [Ray 2012] la interactividad se extiende de forma que no solo se realiza entre el hombre y máquina o computador, sino que va más allá, dotándola de inteligencia y lo que es más importante introduciendo nuevos actores en la interacción como son el docente-profesor y los compañeros-alumnos.

Si comparamos este nuevo modelo de enseñanza con la enseñanza clásica y la basada solo en contenidos multimedia, la enseñanza basada en sistemas de e-learning aparece como un híbrido de las anteriores, en donde se pretende obtener lo mejor de la enseñanza clásica en lo relativo a la relación directa y personal del docente-profesor-emisor de información y alumno-receptor de la misma. Igualmente se pretende obtener lo mejor de la enseñanza basada en contenidos multimedia en lo relativo a la mejora de la disponibilidad y volumen de información puesta a disposición de los alumnos y sobre todo la supresión de la necesidad fuerte interrelación docente-profesor y el alumnado. En definitiva, llegar a establecer una relación en un punto medio de compromiso a medio camino de la fuerte relación docente-profesor y alumno de la enseñanza clásica y la débil en las basadas en contenidos multimedia.

En definitiva, el principal objetivo de este tipo de enseñanza es desterrar la necesidad de presencialidad física del docente-profesor y del alumno, sustituyéndose por mecanismos alternativos que ponen a disposición del emisor y receptor de la información y que permitan sustituir la interacción física por una interacción virtual pero con garantías suficientes para que el proceso educativo se efectúe con calidad aceptable en términos de aprendizaje. Para lograrlo se apoya en herramientas virtuales con un gran rango de funcionalidades que van desde la publicación de contenidos formativos hasta el uso de todo tipo de herramientas que permitan la interacción entre los actores del proceso educativo.

Este tipo de enseñanza ha dado lugar a nuevas plataformas de aprendizaje que han generado espacios virtuales de formación. Estas plataformas o sistemas de gestión de aprendizaje se denominan plataformas de e-learning o LMS, de *Learning Management Systems* [Clarenc y cols. 2013].

I.3.1. Evolución de la enseñanza en e-learning.

Los sistemas de e-learning se basan en el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Son una forma más de educación a distancia, evolucionada, que hace uso de los avances tecnológicos disruptivos producidos a finales del siglo XX con la difusión al público en general de los computadores personales y su interconexión mediante redes. Los distintos avances tecnológicos han sido determinantes a la hora de la evolución de la enseñanza a distancia.

Con la aparición de los computadores personales nacieron los precursores de la enseñanza de e-learning: sistemas de entrenamiento basado en computadores: Computer Based Training y Computer Asisted Instruction [Boneu 2007]. Fueron los primeros en aparecer y si bien supusieron un gran avance en términos de enseñanza eran bastante rudimentarios en cuanto a interactividad.

La difusión de Internet a finales del siglo XX permitió la interconexión del público generalista creando nuevos canales de flujo de información. Aparecieron los llamados sistemas de entrenamiento en Internet: Internet Based Training y Web Based Training. Los sistemas IBT rompen la barrera de la distancia facilitando la conexión de los distintos elementos intervinientes en el proceso de educativo, y los segundos son una evolución que hacen uso de nuevos formato de publicación de la información basados en páginas webs.

Las evoluciones en la gestión de contenidos webs provocaron el nacimiento de los Sistemas de Gestión de Contenidos o CMS. La aparición de estos nuevos gestores de contenidos webs ha sido clave en la evolución del e-learning. La automatización en la gestión de la información contenida en páginas webs permitirá la gestión automatizada de la información a difundir en el proceso educativo haciendo uso de esquemas

organizados. Así aparecen los llamados recursos educativos o *Reusable Learning Objects*, por ejemplo, los documentos, pruebas evaluadoras, recursos multimedia, etc., como elementos estandarizadores en la formación.

La aparición de los gestores de contenidos CMS y su capacidad de gestión dinámica de contenidos webs dan lugar a los llamados *Learning Management System*. Los LMS son sistemas basados en CMS pero que además añaden herramientas para gestión de contenidos de información académica capacidades de gestión. Los LMS a su vez evolucionan a los LCMS o *Learning Content Management System* que son sistemas LMS que añaden herramientas para la gestión del conocimiento que lo dotan de una capacidad adicional en el diseño de contenidos por parte de expertos en la materia a orientados y focalizados a los alumnos. En Boneu [2007] encontramos una interesante discusión sobre la creación de los primeros sistemas basados en computadores y su evolución.

Como podemos deducir, los sistemas de aprendizaje han evolucionado sincronizadamente con los avances en tecnología de la información, ya no solo desde un punto de vista técnico sino en aspectos organizativos.

I.3.2. Características de la Plataformas de e-learning.

Según Clarenc y cols. [2013] toda plataforma de e-learning debería al menos cumplir las características siguientes, y según Boneu [2007] las cuatros primeras son innegociables:

- Interactividad.
- Flexibilidad.
- Escalabilidad.
- Estandarización.
- Usabilidad.
- Funcionalidad.
- Ubicuidad.
- Persuabilidad.
- Accesibilidad.

Sin embargo, lo que realmente hace atractiva las plataformas e-learning son las herramientas que la dotan de las anteriores características. Son herramientas en constante evolución [Boneu 2007], orientadas al aprendizaje (foros, blogs, herramientas de comunicación y presentación de contenidos,...etc) , a su productividad (calendarios, control de publicaciones, etc.) , a la motivación del alumnado (gestión de grupos, autoevaluaciones, etc.) , al soporte del proceso educativo (gestión de cursos, validación usuarios, etc.), a la publicación de contenidos (creación y administración de cursos, sistemas de calificación, etc.), elaboración de planes de estudio (Gestión de plantillas de cursos, diseño del proceso educativo, etc.) o a la gestión de conocimiento (Organizadores jerárquicos de la información, sistemas medidores del conocimiento, repositorios digitales, etc.).

El IEEE LTSC (Institute for Electrical and Electronic Engineers Learning Technology-Standard Committee⁴), la AICC (Aviation Industry CBT Committee⁵), el LMS LD (LMS Learning Design⁶), el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model) formalizan y establecen estándares a seguir por las distintas plataformas existentes en el mercado.

I.3.3. Plataformas de e-learning en la Formación Online.

En términos comerciales los sistemas de aprendizajes basados en e-learning, o LMS, según Clarenc y cols. [2013] pueden agruparse en Comerciales, basados en Software Libre y en la Nube. Si bien podemos encontrar otras clasificaciones basándonos en cualquiera de las características expuestas anteriormente, desde un punto de vista de comercial esta clasificación se ajusta bastante a lo que se está usando e implementado actualmente. Cada una de estas tipologías tiene ventajas e inconvenientes, por lo que su uso dependerá en gran medida de las necesidades del proyecto formativo [Clarenc y cols. 2013].

En cuanto al tipo Comercial, son sistemas de aprendizaje que tienen como principal característica su fiabilidad, robustez y soporte en el tiempo. Al ser un software licenciado de pago las necesidades del proyecto educativo se acoplan al coste de las necesidades y requerimientos del mismo. A más requerimientos más coste, pero a su vez se incrementan los servicios prestados por el mismo. Fiabilidad, Robustez y Escalabilidad definen sus ventajas y el coste su inconveniente. Las opciones más conocidas son: BackBoard, WebCT, Saba, eCollege, Fonter, e-educativa y Catedr@.

En cuanto al tipo basado en Software Libre, tienen como característica principal su bajo coste. Algunas de estas plataformas se han desarrollado como Open Source de forma que su código fuente está disponible lo que le confiere la posibilidad de cambio,

⁴ <http://ieeeltcs.org>

⁵ <http://www.aaic.org>

⁶ <http://imglobal.org>

mejora y distribución libre. Su principal inconveniente radica en que en que el software libre no tiene garantizado el soporte en el tiempo pudiendo darse producirse fallos de software sin corrección garantizada. Sin embargo, esto último no impide que muchas de las implementaciones se equiparen a las comerciales e inclusive sean superadas. Las opciones más extendidas son: ATutor, Dokeos, Claroline, LRN, Moodle, Ganesha, ILIAS y Sakai.

En cuanto al tipo basado en la Nube, realmente constituyen una evolución a los LMS "clásicos" expuestos anteriormente. Su deslocalización física y virtual les confiere capacidades de apoyo extraordinarias a la enseñanza presencial, pero sobre todo al desarrollo de los cursos abiertos y masivos. Su incorporación al mundo de la enseñanza e-learning merece un tratamiento aparte.

Deben tenerse en cuenta distintos parámetros a la hora de seleccionar un tipo de plataforma en particular para la implementación de la enseñanza e-learning, siendo muy interesante la discusión establecida en Clarenc y cols. [2013] donde no solo se evalúa el coste del mismo, sino otros parámetros como la el software empleado (motores de datos, lenguajes de programación, sistemas operativos, etc.) sino el cumplimiento de los estándares SCORM, su orientación al autoaprendizaje, interfaz gráfica, herramientas puestas a disposición del alumnado y profesorado (chat, foros, sistemas de evaluación y progreso, estadísticas, correo, colaborativas, de publicación, administración de contenidos, etc.), disponibilidad en varios idiomas de la herramientas, interactividad, calidad multimedia, administración de la herramientas, rendimiento, escalabilidad, formatos de salida web 2.0, conectividad con Microsoft Office, ..., entre otras muchas.

I.3.4. Nuevas tendencias en e-learning, los MOOC.

Las nuevas tendencias en enseñanza a distancia merecen un tratamiento y consideración aparte dada el alcance y la gran difusión que están alcanzando en la actualidad. Su éxito actual se debe en gran medida a las instituciones y universidades que las están apoyando y publicando sus contenidos formativos de calidad. Son conocidos como *Massive Open Online Course* o MOOC, [Ray 2012, Clarenc y cols. 2013], acrónimo de Curso Online Masivo y Abierto.

TABLA I.2. LISTADO DE MOOC.

Crypt4you	De los primeros MOOC aparecidos en España. Aula virtual de criptografía y seguridad de la información de creación en la Universidad Politécnica de Madrid.
Udemy	Confeccionados por docentes de las Universidades de Yale, Duke o Cambrige. Disciplinas variadas: programación de aplicaciones, base de datos, SEO, entre otras, gratuitos y de pago.
Cousera	Fundada por la Universidad de Stanford, está asociada a universidades tan relevante como Harvard, Berkeley, Princeton, MIT, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Hong Kong University of Science and Technology. En inglés, ofrecen evaluaciones y certificaciones.
Udacity	Nace de los cursos de Inteligencia virtual de Stanford. En inglés, oferta cursos de física, estadística e informática. Clasifica los cursos por niveles (principiante, intermedio y avanzado).
edX	Fundada por el MIT y la Universidad de Harvard para el aprendizaje en línea. Sin ánimo de lucro, Colabora con la universidad de Berkeley y la de Texas. Emiten Certificaciones. A la vez que imparte cursos estudia el impacto de la tecnología en el aprendizaje en línea.
Learnopia	Plataforma que permite la creación de contenidos proporcionando alojamiento. Gratuita o de bajo coste.
DIY Computer Science	Cursos orientados a las ciencias de la computación.
Codecademy	Orientada a la programación y desarrollo web. De interés especial ya que usa técnicas de <i>gamificación</i> a la hora de implementar el Sistema de Progresos y compartir conocimientos hasta llegar a experto.
Peer 2 Peer University	Orientada a la compartición de conocimientos mediante la creación y compartición de contenidos colectiva.
Khan Academy	Educación de alta calidad orientada a educación primaria y secundaria. Alberga sus canales educativos en YouTube.
Google Developers Academy	Orientada a clases online, tutoriales y ejemplos para la integración en sus plataformas y herramientas. Disponible en varios idiomas.

Al igual que las plataformas de e-learning "clásicas" ponen a disposición de los alumnos de una gran variedad de herramientas de apoyo a la docencia. Sin embargo, al hacer un uso de tecnologías webs de última generación (Web 2.0) incorporan, además de las ya existentes recursos multimedia, de otras técnicas que los hacen muy atractivos, como canales YouTube, comunicación Messenger y GTalk, Streaming, Conectividad con Redes Sociales (Facebook), Socialización de Contenidos mediante la capacidad de publicación externa de los usuarios de la plataforma MOOC, etc., en definitiva hacen uso intensivo de la web 2.0 a la hora de exponer el material docente.

Los más extendidos y populares son Udacity, Coursera, Udemy, edX, Ecaths, Wiziq y Edmodo [Clarenc y cols. 2013]. En la siguiente tabla se muestran datos de especial interés a los cursos MOOC publicador actualmente y origen de los mismos. Muchas de estas plataformas se agrupan en directorios facilitando la difusión del material educativo. Ejemplos de estos directorios son CourseTalk y Open Courseware Consortium [Ray 2012].

I.3.5. E-learning en Radiología.

Podemos encontrar numerosas asociaciones e instituciones que soportan en sus páginas Web plataformas de enseñanza e-learning aplicadas a la enseñanza de la radiología. A continuación haremos referencia a algunas de las más importantes y difundidas en el mundo hispano y anglosajón.

I.3.5.1. SERAM – Sociedad Española de Radiología Médica.



Figura I.5. Logotipo de SERAM

Como se definen en su portal corporativo⁷, la **SERAM** es una organización médico-científica y profesional dedicada a promocionar entre sus Socios la docencia, desarrollo, defensa e investigación de todos los aspectos diagnósticos y terapéuticos

⁷ <http://www.seram.es>

relacionados con la imagen médica, dando a conocer sus actividades a la población general.

Las actividades de esta organización son variadas e incluyen además de servicios a sus socios de publicaciones gratuitas en forma de revista y monográficos de temas de actualidad, biblioteca virtual con acceso a revistas de prestigio en la comunidad radiológica y libros digitales juntos con documentos y guías SERAM, acceso a publicaciones en radiología, acceso a actividades científicas y de formación como congresos nacionales, cursos de formación para residentes, cursos transversales estratégicos en el aprendizaje especializado y acceso al Programa de Profesor Visitante para la ayuda al docente en su formación como experto. Además de sus actividades docentes mantiene relaciones con otras instituciones y organizaciones como la ESR [ESR], latinoamericanas y de Estados Unidos

Actualmente existen dos cursos on-line ofertados en su plataforma externa de e-learning son el *Curso Introducción a la gestión y la Calidad en Radiología* junto con el *Curso Introducción a la publicaciones en Radiodiagnóstico*.

I.3.5.2. Campus Virtual RadiologiaVirtual.Org .



Figura I.6. Logotipo de Radiología Virtual.

RadiologiaVirtual es un proyecto docente que comenzó en colaboración de la Sociedad Argentina de Radiología (SAR) y la Sociedad Española de Radiología Médica (SERAM) y el Colegio Interamericano de Radiología (CIR), dentro del convenio de cooperación entre sociedades científicas. Constituye un pilar básico en la formación radiológica de los radiólogos latinoamericanos.

Su principal objetivo es fomentar la formación y perfeccionamiento teórico de los radiólogos latinoamericanos eliminando la barrera geográfica mediante el uso de las nuevas tecnologías de la información creando una oferta formativa on-line. Además

proporciona la capacidad de realizar otras actividades docentes como la presentación de información radiológica de interés para el profesional y proporciona acreditaciones del uso de este campus virtual.

La formación está orientada a la radiología, radiodiagnóstico y diagnóstico por imágenes. Los contenidos son conferencias audiovisuales, videos, clases en formatos de texto, casos radiológicos, evaluaciones y ejercicios, comunicaciones o posters electrónicos y aparecen periódicamente anunciados en el portal Web⁸ y se pueden visualizar en la plataforma Moodle⁹.

I.3.5.3. ESR – European Society Of Radiology.



Figura I.7. Logotipo de la ESR

La Sociedad Europea de Radiología fue fundada en febrero de 2005 mediante la fusión el Congreso Europeo de Radiología (ECR) y la Asociación Europea de Radiología (EAR), estableciendo así una sola casa de la radiología en Europa. Es una organización apolítica, sin fines de lucro, exclusiva y directamente dedicada a la promoción y coordinación de las actividades científicas, filantrópicas, intelectuales y profesionales de Radiología en todos los países europeos.

Proporciona una gran variedad de recursos docentes en radiología¹⁰, entre los cuales están la plataforma de aprendizaje e-learning bajo demanda, pero además proporciona periódicamente a sus miembros información en forma de boletines ESR News, boletines a representantes institucionales de organizaciones radiológicas y

⁸ <http://www.radiologiavirtual.org/>

⁹ <http://campusradiologiavirtual.org/>

¹⁰ <https://www.myesr.org>

políticas ERS Work, Publicaciones de Congresos Radiológicos, Observatorio de Imágenes como base de datos o librería en línea y publicaciones de carácter científico y un conjunto de publicaciones en la redes sociales denominada ERS Social Media de más relevancia actualmente como FaceBook, Twitter, YouTube, Blog's y Pinterest.

I.3.5.4. ACR- -American Colege of Radiology.



Figura I.8. Logotipo del ACR

El Colegio Americano de Radiología¹¹, fue fundado en 1924, es una asociación médica profesional dedicada a servir a los pacientes y de la sociedad mediante la potenciación de los profesionales de radiología para avanzar en la práctica, la ciencia y las profesiones de atención radiológica.

Institución radiológica muy profesionalizada que aporta a sus miembros u conjunto variado de recursos formativos en radiología aparte de la enseñanza mediante su plataforma de e-learning¹² donde destacan su centro de encuentros y catálogo de cursos en el ACR Education Center, sus exámenes y certificaciones de cualificación para profesionales de la radiología, sus programas de formación continua: RAD-PATH Dx, Lung Cancer Screening Education, Mammography Case Review, ACR RADAR, Expert Duos On-Demand Webinar, ACR Learning File, Case in Point Image Wisely Radiation Safety Case, Continuous Professional Improvement (CPI), CPI Splice, Child-sizing CT Dose: Optimizing Patient Care through, Quality Improvement, Journal of the American College of Radiology, publicaciones, boletines de noticias, herramientas de apoyo que pone a disposición de profesionales y estudiantes para su descarga.

¹¹ <http://www.acr.org>

¹² <http://www.acr.org/Education/e-Learning>

I.3.5.5. RCR - The Royal Colege of Radioligists.



Figura I.9. R.C.R.

El Real Colegio de Radiólogos¹³ es una institución radiológica del Reino Unido que conduce, educa y apoya a los médicos que están entrenando y trabajando en las especialidades de oncología y radiología clínica.

Además de proporcionar a sus miembros publicaciones radiológicas especializadas, certificaciones profesionales, proporciona un conjunto de programas basados e-learning¹⁴ en Radiología y cuidados médicos en Oncología muy especializados: *R-ITI* para la formación integrada, y *e-LFH*, para cuidados en la salud.

¹³ <https://www.rcr.ac.uk>

¹⁴ <https://www.rcr.ac.uk/clinical-radiology/specialty-training/radiology-e-learning>

I.3.7. Ventajas e Inconvenientes del e-learning.

Las ventajas de la enseñanza basada en plataformas de e-learning son innumerables en cuanto a la reducción de costes en muchos aspectos como poder prescindir de la presencialidad física y lo que esto lleva aparejado sobre necesidad de equipamiento docente en lo relativo a infraestructura, profesorado, desplazamientos, etc., la disminución del coste de creación de contenidos docentes, reutilización, proceso de creación y mantenimiento estandarizado, facilidad de publicación, el uso de herramientas de apoyo docente para el desempeño del proceso educativo, existencia de plataformas e-learning que facilitan la creación, difusión y uso de los contenidos formativos, etc.

En cuanto a los inconvenientes, hay que señalar que requieren una elevada atención por parte del profesor-docente en cuanto al feedback educativo con el alumno. Los sistemas de evaluación automáticos tienden a ser rudimentarios, habitualmente basados en preguntas tipo test, lo que provoca que el alumno requiera una atención considerable por parte del docente en cuanto a resolución de dudas y problemas en el proceso educativo. El e-learning requiere una atención continua comparable con la enseñanza clásica, además de que al aumentarse la capacidad de impartir docencia a un número elevado de alumnos simultáneamente produce secundariamente que el proceso de atención puede llegar a ser extenuante responsable de la evaluación y seguimiento de la docencia. Así mismo, la propia facilidad en la gestión de los contenidos educativos se vuelve en contra del docente-profesor al elevarle la carga de trabajo en cuanto al mantenimiento del mismo.

I.5. Nuevas Tendencias aplicables a la Enseñanza Radiológica.

En los últimos años se están produciendo avances tecnológicos a tal velocidad que están conduciendo en gran medida el replanteamiento del proceso educativo tal y como lo conocemos actualmente. Con el acceso del público general a redes de comunicaciones, alta velocidad, aparición de computadores personales de gran potencia computacional y gráfica, dispositivos móviles con potencia comparable a dispositivos de escritorio, nuevas tecnologías de acceso a plataformas móviles, acceso masivo a plataformas de servicios computacionales a bajo coste, etc., se está produciendo un replanteamiento en la forma en que se interactúa dentro de la actual sociedad de la información reforzándose la socialización haciendo un uso intensivo de la tecnología.

Este estudio se ha centrado en dos aspectos aplicables a la forma de interactuar en el mundo de la docencia: el uso de Mundos Virtuales como contenedor del proceso educativo y uso Técnicas de Ludificación para aumentar y mejorar el flujo en el intercambio de la información didáctica. Mientras que el uso de mundos virtuales está fuertemente ligado a los avances técnicos y a la revolución digital que nos permite simular la realidad física desde sistemas de información virtuales, el uso de técnicas de ludificación está relacionada con la psicología del aprendizaje en el campo de la docencia.

I.5.1. Mundos Virtuales como Simuladores del Mundo Real.

Los mundos virtuales no son de reciente creación. Sus primeras apariciones surgieron por medio de los videojuegos y no solo en el campo lúdico como lo fue el juego de rol *Habitat* para Commodore-64, considerado como el primer mundo virtual, sino en ámbitos militares como lo fue el videojuego *American's Army* como simulador de entrenamiento del ejército de los Estados Unidos además de como herramienta de reclutamiento [Adell 2012].

Una de las principales características de un mundo virtual es la simulación de la realidad. En sus inicios eran bidimensionales y por tanto demasiados planos. Su representatividad de la realidad era por tanto muy limitada debido a poca capacidad gráfica que disponían los computadores personales en la época de su aparición. Con la disrupción producida a finales del siglo XX por el avance técnico en las ciencias de la computación la representación gráfica de los mismo pasaron a realizarse en tres dimensiones lo que les confirió una gran similitud en cuanto a su apariencia con la realidad física alcanzado cotas bastantes aceptables dela misma.

Aparecen los primeros entornos educativos basados en mundos virtuales como herramienta de apoyo para la docencia, como son el Open Cobalt Metaverse Project en el cual se basó el proyecto educativo EduSim [Adell 2012]. Aparecieron otros como SimSchool como simulador de aula virtual, WoWinSchool como espacio colaborativo en actividades educativas, MineCraft como generador de recursos educativo espaciales basado en su peculiar sistema de construcción. Estos entornos educativos fomentan una de las principales características de los mundos virtuales en cuanto a la interacción social de los integrantes de los mismos y el uso como herramienta de trasmisión de información educativa entre los integrantes del mismo. Se podrían considerar como una primera versión beta en la implementación de los sistemas educativos basados en mundos virtuales.

En el ámbito educativo los mundos virtuales son consideradas como herramientas de simulación de la realidad con la principal función facilitar el aprendizaje [Márquez 2011]. Si bien la simulación nace con los primeros simuladores de vuelo comerciales para el entrenamiento de pilotos profesional allá por 1930 [Manovich 2005], es una de las principales características que de mundos virtuales. De hecho, la principal ventaja de los mundos virtuales es su fuerte carga visual y consecuentemente su similitud con la realidad, maximizando el componente de la interactividad en sus integrantes. Su fortaleza radica en que fomentan el aprendizaje simulado al igual que se realiza en el mundo físico.

Los mundos virtuales pueden implementar la similitud con el mundo físico o mundo real, incorporando características que definen a este último, o bien pueden

incorporar aspectos de fantasía imposibles en el mundo real. El reconocimiento del usuario a sí mismo en primera persona y de los otros en tercera persona refuerza el componente de inmersión en el mundo virtual. La representación tridimensional de los usuarios llevada a cabo con el uso de avatares más la representación gráfica en 3D de los restantes elementos del mundo virtual, la sensación de equivalencia con el físico o real puede llegar a implementarse con garantías de éxito más que aceptables.

Existen cientos de mundos virtuales, pudiendo encontrar una referencia de los mismo en el Blue Book "The Blue Book: A Consumer Guide to Visual Worlds" [Kaye 2010]. En este trabajo se referencia más de 250 mundos virtuales. En la siguiente tabla [Villa 2007] se muestran una relación de mundos virtuales más relevantes según su nacimiento histórico.

TABLA I.3. HISTORIA DE MUNDOS VIRTUALES [VILLA 2007].

1994, World Chat	Chat 3D basados en avatares y salas virtuales.
1995, Active Worlds	Plataforma virtual para la venta de artículos en forma de escaparate.
1999, Whyville.com	Plataforma de aprendizaje para niños basados en juegos y visitas virtuales.
2000, Habbo	Comunidad virtual para jóvenes.
2000, Cyworld Korea	Equivalente a Myspace asiático virtual.
2002, The Sims Online	Versión red de los sims.
2002, Second Life	Versión beta. Será tratada posteriormente con más detalle.
2003, There.com	Similar a Second Life, Fomenta la venta entre avatares.
2003 Entropia Universe	Similar a Second Life, Fomenta actividades lúdicas.

Se muestran también los más relevantes en base a sus particularidades y orientación al mundo de la docencia [Castaño y cols. 2009]. La selección de los mundos virtuales existentes en el mercado como contenedores del proceso educativo dependerá de una serie de características que los adecuen para la docencia: formas de interacción que implementan, recursos multimedia que pone a disposición de los creadores del mundo, control de usuarios-avatares y la interconexión con el exterior al mundo virtual.

TABLA I.4. LISTADO MUNDOS VIRTUALES [CASTAÑO Y COLS. 2009].

Activeworlds	Orientada a desarrollos y aplicaciones educativas basadas en tecnologías 3D. Proporciona herramientas de desarrollo y universos ya creados. Fomenta la socialización entre sus integrantes. Muy implantado en el ámbito universitario.
Pixelscity	Capacidad gráfica sencilla que lo dota de agilidad y sencillez.
Cybertown	De aspecto futurista, de pago y permite visualización un navegador web.
Cyworld	Orientado al ocio, amplio uso en el aprendizaje de idiomas y como red social en Asia.
Ourworld	De pago estando orientado según niveles de participación. Enfoque al comercio.
Forterrainc	Enfocado a uso formativo y empresariales. De pago e integrado con Office de Microsoft.
Haboo	Con gráficos pixelados y prediseñado.
Imvu	Orientada a crear redes espaciales y de comercio, sin orientación a la formación. Ligera en las necesidades de recursos. Con versión VIP.
Kaneva	Orientada a un sistema de recompensas por visitas. Implementa técnicas de recompensa similares.
Mycosm	Plataforma de creación de mundos virtuales y modelado en 3D.
Multiverse	Enfocado a la formación y cumple estándares por lo que usan lenguajes propietarios.
Opencroquet	Herramienta de desarrollo de mundos virtuales basado en software libre. Creadora del proyecto Open Cobalt Metaverse. Orientada a la formación.
Protosphere	Entorno virtual orientado a la formación no presencial. Dispone de conectividad con software ofimático.
Riplouge	Entorno virtual orientado a la socialización de sus miembros.
Smallworlds	Entorno virtual orientado a la creación de redes sociales. Implementa técnicas de recompensa similares.
Second Life	Mundo virtual comercial.
Taatu	Entorno virtual orientado al ocio y redes sociales en entornos prediseñados.
Vastpark	Herramienta de creación de mundos virtuales.
Worlds	Mundo virtual con áreas de pago y gratuita. Usado para la promoción de empresas al ser de los primeros de gran calidad que se crearon por 1994 y 1995.
Twinity	Chat 3D de alta calidad y basado en avatares. Utilizado para crear réplicas de grandes ciudades

De los mundos virtuales citados anteriormente hay uno que se adapta al proceso educativo con facilidad y cumple exigentemente todos aquellos requerimientos necesarios para la implementación de la docencia. Este mundo es **Second Life** y merece un tratamiento especial, dadas sus características profesionales y comerciales, así como la calidad final del producto. Numerosas universidades, instituciones y empresas lo usan en el ámbito competencias docentes y actividades comerciales [Castaño y cols. 2009].

I.5.2. Second Life

Second Life¹⁵ es un mundo virtual creado y mantenido por Linden Labs¹⁶ una empresa que nace en 1999 como empresa de entretenimiento que desarrolla experiencias virtuales en 3D. En 2003 lanzó su producto estrella, Second Life, como plataforma virtual tridimensional de entretenimiento. Actualmente dispone de varios millones de usuarios o residentes que viven dentro muchos mundos o islas construidas en Second Life.

En 2013, Linden Lab amplió su cartera de productos para incluir Blocksworld, un juego de construcción por bloques para iPad para niños y adultos por igual. Actualmente trabaja en nuevas formas de representación de la realidad virtual de Second Life con las gafas de realidad virtual Oculus Rift. En un futuro próximo prevén liberar una plataforma para crear experiencias virtuales sociales creados por el usuario denominada Proyecto Sansar, una nueva plataforma que La plataforma arrancará con una versión para PC pero, a diferencia de Second Life, también estará disponible para los dispositivos de Apple y en Android [Abad Liñán 2015].

Second Life es un producto comercial y como tal tiene el objetivo principal obtener un beneficio empresarial. Para desempeñar esta actividad económica Linden Lab alquila a los residentes o usuarios zonas dentro del mundo virtual sobre las cuales se pueden construir entornos virtuales personalizados o bien arrendarlos con determinadas características en función de su cometido. Estos residentes o usuarios son gestores o

¹⁵ <http://www.secondlife.com>

¹⁶ <http://www.lindenlab.com>

administradores de estas zonas, con capacidades de gestión que no disponen los usuarios normales, como la construcción elementos, configuración y accesibilidad a determinadas áreas del mundo. Además, en Second Life se permite generar actividad económica mediante el comercio mediante la compra-venta de los artículos virtuales como elementos de que consta el mundo virtual.

Second Life es el mundo virtual elegido en este trabajo de investigación como contenedor del proceso educativo que se ha desarrollado. Su implementación soporta con gran calidad las necesidades que la docencia en un mundo virtual en 3D debería de cumplir en cuanto a calidad gráfica, soporte multimedia, herramientas que implementen la interactividad y comunicación de los usuarios, etc, en definitiva, todo lo que se persigue en la formación e-learning pero añadiendo la sensación presencialidad e inmersión equivalentes a la enseñanza clásica.

Merece destacarse en Second Life la consecución de la interconectividad entre el mundo físico y el virtual. Para llevar a cabo esta función Second Life ha utilizado Internet como vía integradora de ambos mundos utilizando la navegación web basada en el protocolo HTTP. El uso de este protocolo web en Second Life dota de una interesante funcionalidad de interconexión intermundos de forma que cualquier recurso al que se tenga acceso vía http en el mundo real podrá ser accesible desde el mundo virtual, si bien hay limitaciones técnicas en cuanto al cumplimiento de algunos estándares web 2.0 que serán expuestas con posterioridad con más detalle.

Recientes estudios han elegido la plataforma Second Life como mundo virtual contenedor del proceso educativo [Castaño y cols. 2009], [Rodríguez y Baños 2011] [Matas y Ballesteros 2010], [Sendra y cols. 2013]. La consideración de Second Life como un mundo virtual multiusuarios o MUMV lo afianza como herramienta de aprendizaje a distancia on-line, apoyada por un entorno gráfico de gran calidad y potencia junto con una representación gráfica de los usuarios denominadas avatar [Baños y Cols. 2014]. Cumple fehacientemente al definición de Edward Castronova [2001] sobre interactividad entre miembros, corporeidad o reconocimiento a si mismo dentro del entorno virtual y persistencia a la hora de su funcionamiento continuo del mundo virtual, se esté ejercitando el proceso educativo o no, de forma similar al mundo físico. A estas características se

añade el factor de la socialización en cuanto a las relaciones entre los actores del proceso educativo (docente-profesor alumno) y sus respectivas representaciones en el mundo virtual en forma de avatares. Además, la comunicación mediante las herramientas de interacción entre avatares puede realizarse en tiempo real, sincrónicamente (mediante audio y chat) o de forma diferida, mediante mensajes dentro de Second Life (notas o chat privados) que se entregaran al usuario correspondiente en la siguiente ocasión que se conecte. Igualmente se puede adoptar un modelo de enseñanza pasiva a distancia on-line, al poder volcar los recursos educativos en estructuras constructivas que pone el mundo virtual de Second Life a disposición de los constructores de forma que se asemeja a la enseñanza e-learning clásica.

En definitiva, dentro de Second Life se implementan con facilidad relativa todos aquellos elementos que se emplean en los tipos de enseñanza expuestos anteriormente, por lo que se puede hablar de la enseñanza e-learning 2.0 en cuanto a que aglutina en gran medida las ventajas de la enseñanza clásica, la basada en recursos off-line, on-line y plataformas de e-learning.

De especial interés para este trabajo es el proyecto educativo *The Medical Master Island* [Sendra y cols. 2013], constituido por un espacio virtual de enseñanza y aprendizaje de medicina sobre todo en el ámbito radiológico. Este proyecto se inició en 2011 con la financiación inicial de un proyecto de innovación educativa de la universidad de Málaga para el bienio 2010-12¹⁷, posteriormente se solicitó un nuevo PIE para el bienio 2013-15¹⁸, en la actualidad está pendiente de resolución un nuevo proyecto para continuar investigando las posibilidades de Second Life en la enseñanza de radiología¹⁹. El entorno virtual es una isla cuyo interior está construido como si fuera un campus universitario, constituido por un conjunto de edificios dedicados a diversas actividades educativas, entre ellos el Medical Master Conference Center, el Edificio de Postgrado y el Edificio de

¹⁷ PIE10-128: Diseño de actividades educativas en el entorno inmersivo de Second Life para un máster multidisciplinar y semipresencial sobre avances en medicina impartido en inglés. Universidad de Málaga

¹⁸ PIE13-072: The Medical Master Island: desarrollo de actividades educativas de pre y postgrado en entornos inmersivos. Universidad de Málaga

¹⁹ PIE15-150: Desarrollo y estudio de entornos lúdicos virtuales en el aprendizaje de radiología. Universidad de Málaga (pendiente de resolución).

Pregrado. Dentro de los edificios se encuentran espacios virtuales para la formación en forma de salas de conferencias, aulas, sala de reuniones o salas de ordenadores con monitores virtuales. Aparte de los edificios existen otros espacios para el entrenamiento del alumno en Second Life y Auditorios donde reunir a los alumnos. En los auditorios se llevan a cabo actividades docentes de diversa índole.

En cuanto a la oferta formativa de han impartido clases, seminarios, talleres, clases de doctorado, coloquios, conferencias. Como curiosidad técnica y docente se ha referenciado dentro de la oferta formativa acceso a los recursos on-line que el Departamento de Radiología pone a disposición de sus alumnos de forma externa, como "Un Paseo por la Radiología", TRIPA-TC, AMERAM y AULAGA y Álbum de Signos Radiológicos en sus versiones webs. A continuación se muestran algunas imágenes en perspectiva con los distintas áreas de formación anteriormente indicadas:



Figura I.10. Vista Aérea del Mundo Virtual The Medical Master Island.

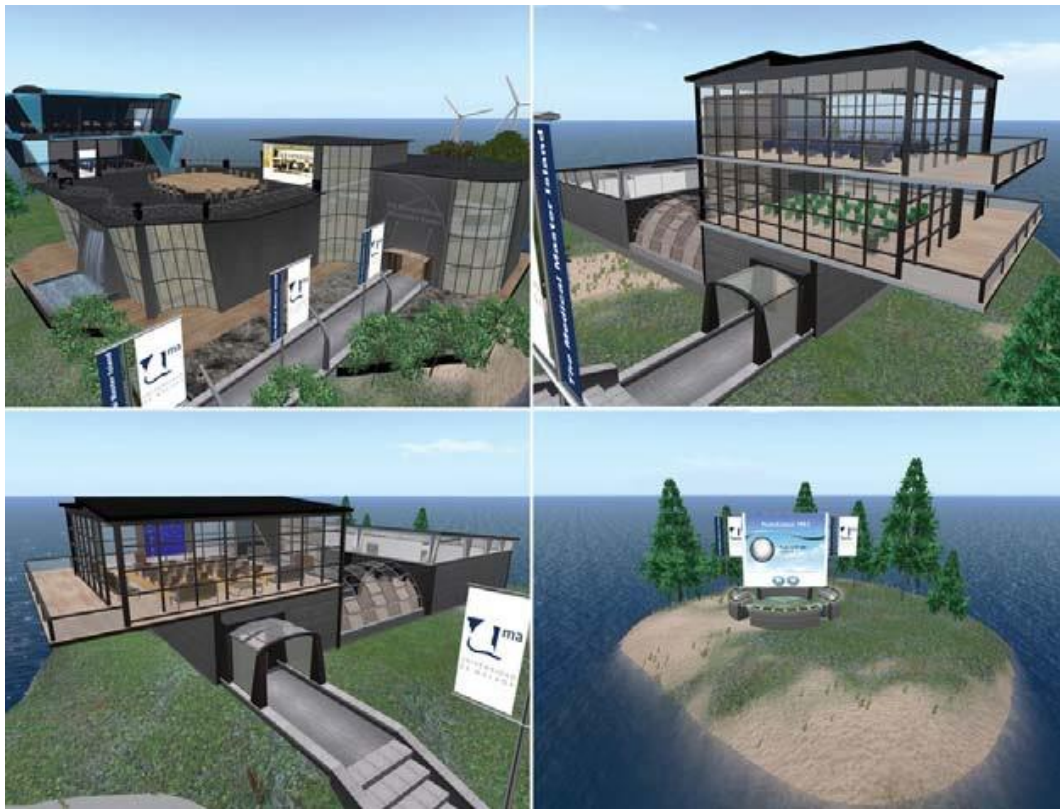


Figura I.11. Instalaciones Docentes del Mundo Virtual Radiológico Medical Master Island.

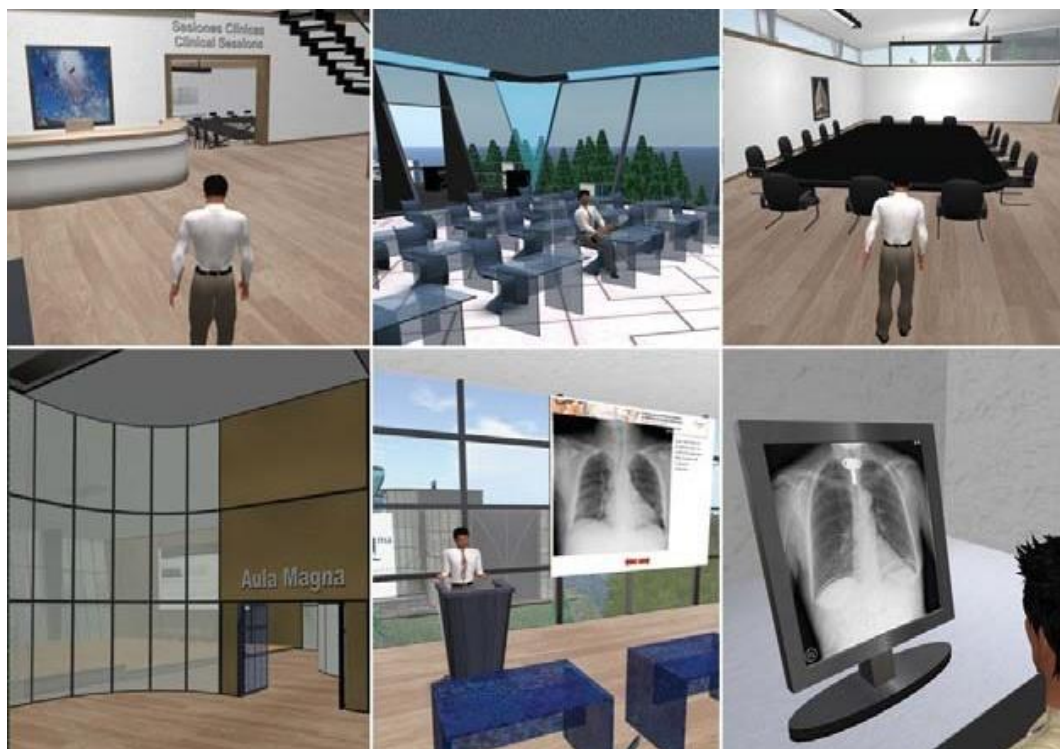


Figura I.12. Interior de las Aulas del Mundo Virtual Medical Master Island.



Figura I.13. Estudiantes de medicina en diferentes actividades docentes de Radiología.



Figura I.14. Taller seminario de casos (arriba). Monitores de autoestudio (abajo).

La Medical Master Island, como espacio virtual de formación, ha constituido la semilla a partir de la cual se ha desarrollado el entorno virtual de aprendizaje desatendido basado en juegos 3D que constituye el objetivo del presente trabajo. Esta tesis es una evolución didáctica de los avances en investigación educativa radiológica alcanzados en la Medical Master Island como entorno inmersivo de aprendizaje radiológico. Igualmente podría ser la semilla de futuras tesis doctorales basadas en técnicas de *gamificación* para enseñanzas virtuales. En el curso docente 2014/2015 se ha realizado un proyecto piloto de formación denominado "*Ligue Of Rays*" [Aguado y cols. 2015] mediante la cual se ha implementado un juego radiológico cuyo logotipo tiene una apariencia que recuerda al popular juego "*Ligue Of Legends*"²⁰ como una forma de hacer atractivo el juego para el público a quien iba dirigido: estudiantes de tercer curso de medicina matriculados en la asignatura Radiología.



Figura I.15. Evolución del Logotipo de *League of Rays* a partir de uno de los logotipos antiguos de *League of Legends*.

²⁰ <http://euw.leagueoflegends.com/es>

I.5.3. Gamificación.

Básicamente, la *gamificación* es una técnica de motivación psicológica que incorpora los juegos en la resolución de problemas. Históricamente la *gamificación* ya se aplicaba en la antigüedad en tiempos de los Romanos con su *Dona Militaria* o recompensa por ascensos y condecoraciones e inmunidad si recibían castigos. En la actualidad los primeros en el uso de técnicas similares fueron las aerolíneas comerciales con el objetivo de recompensar a los clientes habituales.

Los avances tecnológicos y las Tecnologías de la Información han proporcionado soporte adicional para su implementación y uso en múltiples ámbitos como el educativo, la fidelización de trabajadores y clientes en la empresa, industria, psicología, entre otros muchos donde se utilicen técnicas psicológicas para la resolución de problemas. La realidad es que su aplicabilidad puede extenderse a cualquier ámbito de la sociedad relacionado con el comportamiento humano. En su concepción básica es una técnica de motivación que utiliza como herramienta principal las estructuras usadas en juegos.

El uso de los juegos como mecanismo de aprendizaje es una capacidad biológica que se da en la naturaleza, ya no solo humana, sino en los mamíferos superiores. Podemos concluir que no es una técnica de aprendizaje nueva ni exclusiva de ser humano, sin embargo, la socialización que estamos viviendo actualmente abre una serie de perspectivas educativas que la hacen muy interesante a la hora de su explotación en el proceso educativo. Para reforzar esta afirmación podemos ver la tabla siguiente [Álvarez García y cols. 2012] en la que se hace una distribución estadística interesante en la que el juego aparece como una actividad muy extendida en el ser humano

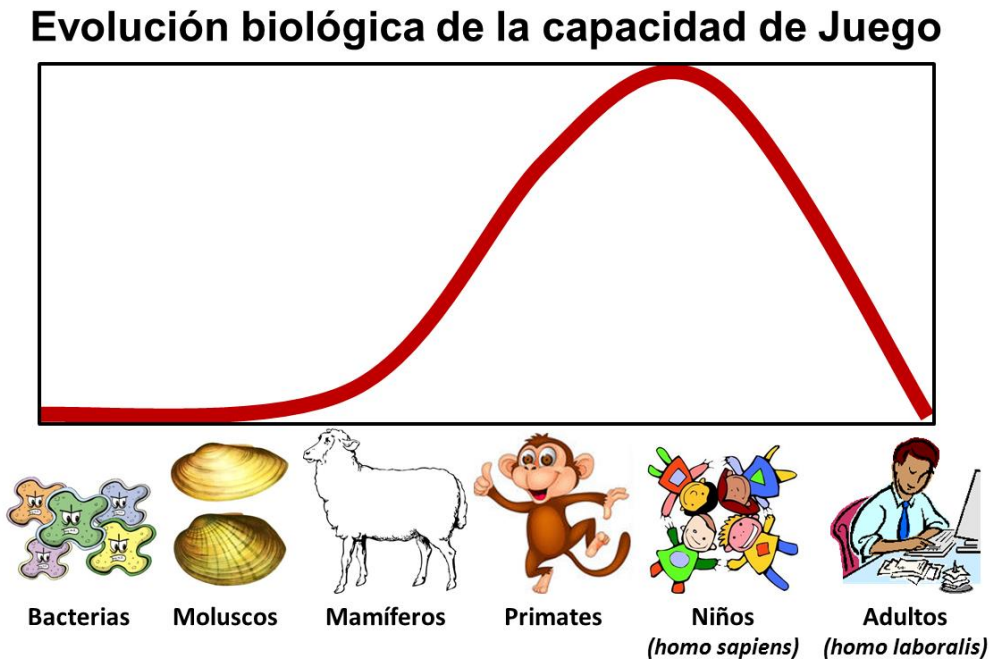


Figura I.16. Curva de Aprendizaje – evolución biológica de la capacidad de juego.

TABLA I.5. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE JUGADORES
[GARCÍA 2012].

18%	De los jugadores tiene menos de 18 años.
29%	De los jugadores tiene más de 50 años .
53%	De los jugadores tiene una edad media de 37 años .
58%	De los jugadores son hombres.
42%	De los jugadores son mujeres .
70%	De los altos ejecutivos hacen un receso para jugar.
72%	De los hogares se juega con ordenadores o con videojuegos .
65%	De los jugadores son jugadores sociales.
33%	De los jugadores dice que los juegos son su forma de entretenimiento favorito.
47%	De los jugadores consume juegos de puzle, de mesa, Trivial o cartas.
21%	De los jugadores consume juegos de acción, de deportes, de estrategia y de rol.
13%	De los jugadores consume juegos descargables.
11%	De los jugadores consume juegos multijugador masivo persistente.
8%	De los jugadores consume otro tipo de juegos.

Otro estudio interesante es el realizado por Valera [2013] quien analiza los juegos como gran catalizador en el uso de la red social Facebook. En esta red social se pueden encontrar más de 235 millones de jugadores y como datos interesantes se alcanzó la cifra de 100 millones de usuarios a 41 días del juego Citiville. Otros autores [Gartner 2011], [M2 Research 2011] y [Pérez y cols. 2012] exponen datos relevantes que demuestran que la estrategia de usar juegos para el aprendizaje didáctico es, al menos en términos numéricos, interesante y merecedora de estudio.

TABLA I.6. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA ECONÓMICA SOBRE LOS JUEGOS.

2014-Gartner	70% de las organizaciones del Índice 2000 tendrá una aplicación gamificada.
2016-M2-Reasearch	\$2.8 Billones en difusión directa con incrementos del 200% .
2011-M2-Reasearch	\$ 100 millones en difusión directa .
2012-M2-Reasearch	Incrementos de ventas del 197% .
2011-M2-Reasearch	Incrementos de ventas del 155% .
47%	De las implementaciones tienen por objetivo involucrar al usuario.
22%	De las implementaciones tienen por objetivo fidelizar al usuario.
15%	De las implementaciones tienen por objetivo reforzar la marca.

Sin embargo, hay que distinguir que las técnicas de *gamificación* no son meramente juegos. Hay que hacer una distinción en lo referente a los Juegos Formativos o *Serious Game*²¹ y la publicidad *InGame* o *Advergaming*²². Los juegos formativos no pueden considerarse como *gamificación* puesto que esta última es una estrategia o técnica que utiliza juegos y la psicología en la resolución de problemas, mientras que los juegos formativos tiene como único objetivo el aprendizaje. De igual forma la publicidad *InGame* con el objetivo de alcanzar la fidelización no es el objetivo principal de la *gamificación* ya que esta va más allá, al pretender crear una comunidad de clientes. En

²¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Juego_serio

²² <https://es.wikipedia.org/wiki/Advergaming>

definitiva la *gamificación* tiene un carácter más profundo, ya que busca motivación, fidelización, aprendizaje y socialización.

La *gamificación* es una tendencia que se va a extender en los próximos años [Álvarez García y cols. 2012], [Moretón 2015] como tecnologías emergentes, aunque curiosamente desaparece del último informe Hype Cycle de tecnologías emergentes [Hype Cycle 2015].

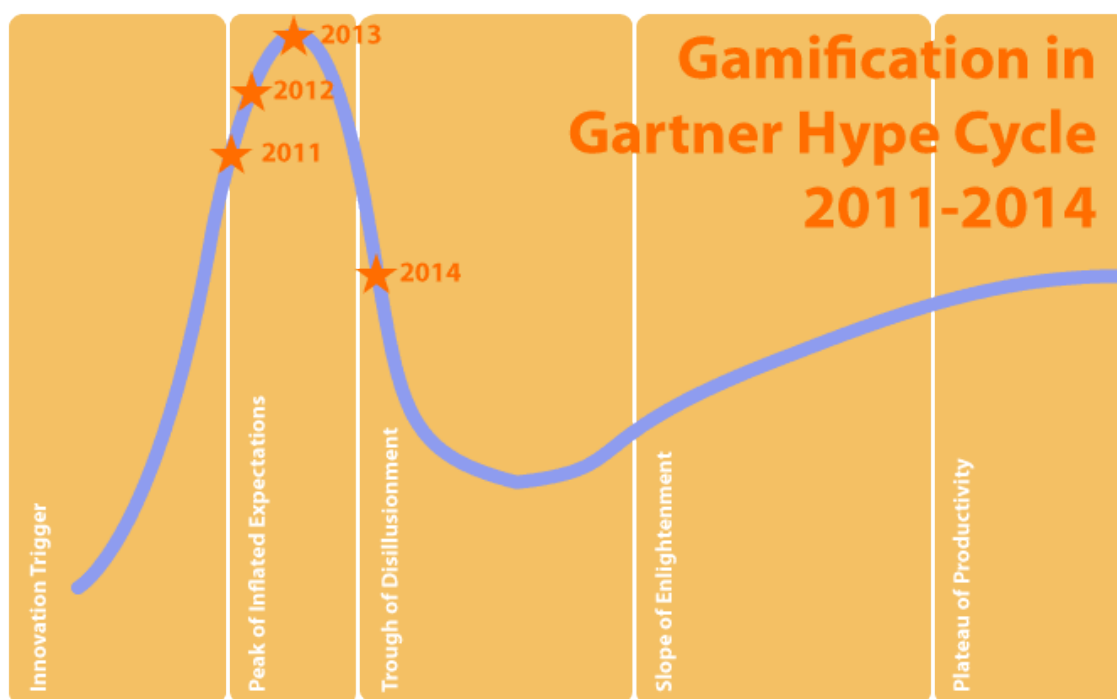


Figura I.17. Tendencias en los próximos años de las Tecnologías Emergentes [Moretón 2015].

Los elementos de un sistema de *gamificación* pueden variar según el autor que lo describa, así se pueden encontrar diversos estudios sobre el tema [Pérez y cols. 2012], [Díaz Cruzado y Troyano 2013], [Rojo y Pérez 2012] y definiciones de los mismos, [Kapp 2012], [Zichermann, Cunningham 2011]. Casi todos ellos confluyen en que la *gamificación* no es una sola técnica, sino una confluencia de ellas orientada a un determinado objetivo o resolución de un problema específico. Por tanto, existen una gran variedad de elementos dentro de cualquier sistema Gamificado siendo los principales la Base, Mecánica, Dinámicas, Componentes y Tipos de Jugadores del juego.

La Base del Juego es el concepto, elemento, área, etc., a explotar o aquello sobre lo que se focaliza dentro del sistema gamificado. Dado que el abanico de posibles bases

del juego gamificado existentes [Pérez y cols. 2012] [Rojo y Pérez 2012], a continuación se muestra una tabla con algunas de las bases que se encuentran implementadas en la actualidad como un claro exponente de la viabilidad de esta técnica:

TABLA I.7. EJEMPLOS DE GAMIFICACIÓN REALES.

<i>BBVA-Game</i>	Dinámica financiera.
<i>Gamitour</i>	Promoción Turística.
<i>Deloitte Leadership Academy</i>	Entrenamiento de ejecutivos mediante tácticas de recompensa y competición.
<i>MyWork Community</i>	Entrenamiento en la Gestión de Ventas.
<i>FoldIt</i>	Crowdsourcing.
<i>APesoft</i>	Software de Ventas.
<i>Delfos3D</i>	Evaluación y Desarrollo.
<i>Volkswagen-FunTheory</i>	Realización de actividades cotidianas divirtiéndose: Camara de Velocidad, Escaleras Piano y papeleras de Reciclaje.
<i>Barclays-56 Sage Street</i>	Finanzas y Banca.
<i>Bank of America-Bad Credit Hotel</i>	Gestión de Deuda y Crédito.
<i>Commonwealth Bank-Investorville</i>	Mundo virtual para gestión de inmuebles.
<i>Siemens</i>	Plantas y proceso de fabricación.
<i>IBM-INNoV8</i>	Simulación del Business Process Management en TI.
<i>Google</i>	Gestión de dietas de viajes.
<i>SAP-Prueba de Sostenibilidad</i>	Cambio de actitud en medidas sostenibilidad aplicadas en SAP.
<i>SAP-Community Network (SCN)</i>	Interacción Social.
<i>Salesforce</i>	Gestión de Ventas. Basadas en la competición, palmares y premios.
<i>Samsung Nation-BADGEVILLE</i>	Fidelización de Clientes mediante retos.
<i>Starbucks</i>	Fidelización de Clientes por consumo de productos.
<i>Baloon Brigade</i>	Gestión de habilidades.
<i>Language Quality Game</i>	Orientada a la Productividad.
<i>SmileDrive</i>	Conducción sostenible.

Las **Mecánicas del Juego** son las reglas que definen el proceso de *gamificación*. Su principal función es la gobernanza del proceso definido en la base del juego. Existen una gran cantidad de mecánicas aplicables siendo las más relevantes aquellas que obligan

a la recolección de elementos, obtener una elevada puntuación para alcanzar un status u obtener premios e insignias, comparativas y clasificaciones entre jugadores, superación de niveles o fases, obtención de valoraciones y regalos o feedback en forma de respuesta del sistema de *gamificación*.

La ***Dinámica del Juego*** está constituida por los elementos que establecen las necesidades del jugador. La recompensa, alcanzar un estatus, la consecución de logros, la expresión o autoexpresión, la competición con otros jugadores, el altruismo, son las más utilizadas comúnmente. Están muy ligadas a la motivación del jugador por lo que el sentido del aprendizaje, la maestría como obtención de competencia y autonomía, la forma de expresión son aspectos a tener en cuenta en la elección de la dinámica de juego.

Los ***Componentes del Juego*** se definen como aquellos elementos que se requieren para la implementación del sistema de *gamificación*. Ejemplos de componentes son los avatares, insignias, sistemas de puntuación y clasificación, clasificación de logros, tipos de niveles, almacén de bienes virtuales.

Los ***Tipos de Jugadores*** en función de los intereses y la motivación extrínseca e intrínseca. Los tipos más habituales son el ambicioso o "*Killer*" cuya motivación principal es ganar, el triunfador o "*Achiever*" cuya motivación principal es la superación y satisfacción personal, el sociable o "*Socializer*" cuya motivación es compartir y crear redes de contactos, y el explorador o "*Explorer*" cuya motivación principal es la superación de fases o niveles. A cada tipo de jugador se le adaptan mejor determinadas mecánicas y dinámicas, así por ejemplo, para el ambicioso las mejores mecánicas y dinámicas son las que fomentan los sistema de clasificación, para el triunfador y el explorador las de superación de fases y niveles junto con la obtención de reconocimiento y para el sociable la recolección de elementos virtuales como los trofeos y reconocimientos.

Las anteriores características son complementadas con las indicadas en Díaz Cruzado y Troyano [2013], siendo las más relevantes:

- La estética del sistema
- El objetivo a alcanzar en cuanto a adquisición de conocimientos

- La conexión juego-jugador satisfactoria para evitar frustración y negatividad cuando se juega
- Fomentar la motivación del jugador evitando el aburrimiento, ansiedad y frustración
- Promover el aprendizaje y resolución de problemas como meta final.

La *gamificación* ha sido avalada por grandes empresas, organizaciones e instituciones de todo tipo como se pone de manifiesto en la Tabla I.4.2.3 sobre los ejemplos de gamificación reales [Pérez y cols. 2012]. Para automatizar el proceso de creación de sistemas basados en *gamificación* han surgido un gran número de plataformas que facilitan la construcción de dichos sistemas. A continuación se exponen algunas de las más relevantes.

TABLA I.8. PLATAFORMAS PARA IMPLEMENTAR LA GAMIFICACIÓN ESPAÑOLAS Y FORÁNEAS

<i>Gamileku</i>	Plataforma española de Gamificación integrable para desarrollo.
<i>Gamisfaction</i>	Plataforma española de Gamificación sobre la interacción en Twitter.
<i>Game Market</i>	Repositorio de recursos de Gamificación. Plataforma española.
<i>Puntos Extra</i>	Agencia de Gamificación para la fidelización de clientes.
<i>Brainsins</i>	Sistema de recomendación de compras.
<i>Spigit</i>	Participación de empleados y clientes en la obtención de ideas para mejorar.
<i>Yammer</i>	Productividad de la empresa.
<i>Objetivelogistics</i>	Incremento de ventas mediante competición.
<i>Nitroforsales</i>	Gestión de ventas.
<i>Badgeville</i>	Ventas y entrenamiento de empleados.
<i>Bigdoor</i>	Fidelización de clientes.
<i>Bunchball</i>	Gamificación en Call Center.
<i>CrowdTwist</i>	Fidelización de clientes.
<i>Gigya</i>	Fidelización de clientes.
<i>Kiip</i>	Gestión de marcas.

Como se ha podido deducir de lo anteriormente expuesto han nacido nuevas formas de aprender en la que el contenido formativo adquiere más importancia que la forma en que se pone a disposición del alumno. Por tanto consideramos que se puede

aprender Radiología mediante técnicas de *gamificación*, desarrollando la idea de *aprender jugando*.

I.6. League of Rays – La Liga de Rayos

De especial interés ha sido la experiencia docente piloto de la Liga de los Rayos (Ligue Of Rays)²³ durante el curso académico 2014/2015 como un claro ejemplo de que la enseñanza radiológica puede realizarse haciendo uso de las técnicas de *gamificación* anteriormente expuestas [Aguado y cols. 2015].

El objetivo era elaborar una experiencia piloto de un juego competitivo entre estudiantes de medicina para aprender radiología dentro del entorno inmersivo 3D Second Life. Al mismo tiempo se pretendía valorar la percepción de esta experiencia por los usuarios y el impacto inicial en el aprendizaje de radiología.

Durante los meses de abril y mayo de 2015 se desarrolló un juego entre estudiantes de tercer curso de medicina en nuestra universidad, denominado “La Liga de Rayos” (League of Rays). Temporalmente el juego se dividió en 6 bloques de 6 días, dedicados a anatomía radiológica de tórax, abdomen y musculoesquelético, seguida de semiología radiológica de estas tres áreas, sucesivamente. En cada bloque temático se presentaban contenidos educativos durante 4 días y cuestionarios de 15 preguntas los últimos 2 días, cuya puntuación determinaba la “calcificación” de los participantes. Al final de cada bloque, los 10 alumnos con peor puntuación quedaban “descalcificados”, saliendo fuera del juego. Los restantes se distribuían en la “calcificación general” en 5 categorías: aire, grasa, agua, calcio y metal. Resultados: Participaron 90 alumnos, quedando como finalistas 30 de ellos. Toda la información del desarrollo de la competición se hizo pública durante la misma en el campus virtual, dentro de la asignatura Radiología, y parcialmente en las redes sociales. Tanto los alumnos participantes como los no participantes respondieron a los cuestionarios del juego un mes después, en una

²³ <http://www-rayos.medicina.uma.es/SL/LOR2015/PresentacionLOR/index.htm>

sesión teórico práctica y sin previo aviso. Se les solicitó a todos un cuestionario de satisfacción que completaron 77 participantes y 102 no participantes.

En conclusión, este interesante enfoque docente ha usado muchos de los elementos de un sistema *gamificado*. La experiencia demostró que los juegos competitivos estimulan el interés por los contenidos de anatomía y semiología radiológica. La experiencia ha demostrado ser factible y ha sido acogida con entusiasmo por los participantes que, en general, han presentado opiniones muy favorables a este tipo de iniciativas.

Las posibilidades de este tipo de competición sólo tienen el límite del consumo de tiempo en la creación de contenidos y la coordinación del juego (incluyendo la evaluación de los alumnos). Estos dos aspectos han supuesto una gran carga de trabajo soportada por el docente-profesor.

Con respecto a la creación de los contenidos, si bien el contenido docente una vez creado es reutilizado, el hecho de mantener actualizados los elementos de publicación dentro de la Liga de Rayos supone una carga de trabajo al docente-constructor a tener en cuenta. Sin embargo, la evaluación del alumno supone una carga de trabajo elevada en cuanto al volumen de evaluaciones a realizar ya que hay que realizar correcciones por alumno y por contenido o bloque formativo. Si a eso añadimos los mecanismos rudimentarios de feedback utilizados (Notecard) entre evaluador-alumno que Second Life pone a disposición de los residentes la labor puede llegar a ser muy tediosa. Además, está el hecho de la publicación de los resultados obtenidos por el alumno muy semejante a como se haría en el mundo físico.

Mucho antes del desarrollo y creación del juego competitivo *League of Rays*, surgió la idea del presente proyecto: elaborar un entorno lúdico en *The Medical Master Island* completamente *desasitado*, esto es, sin la intervención del profesor-docente durante el proceso de aprendizaje individual.



Figura I.18. Aspecto de la explanada central de la isla los primeros días del juego la Liga de Rayos, con estudiantes visualizando contenidos educativos.

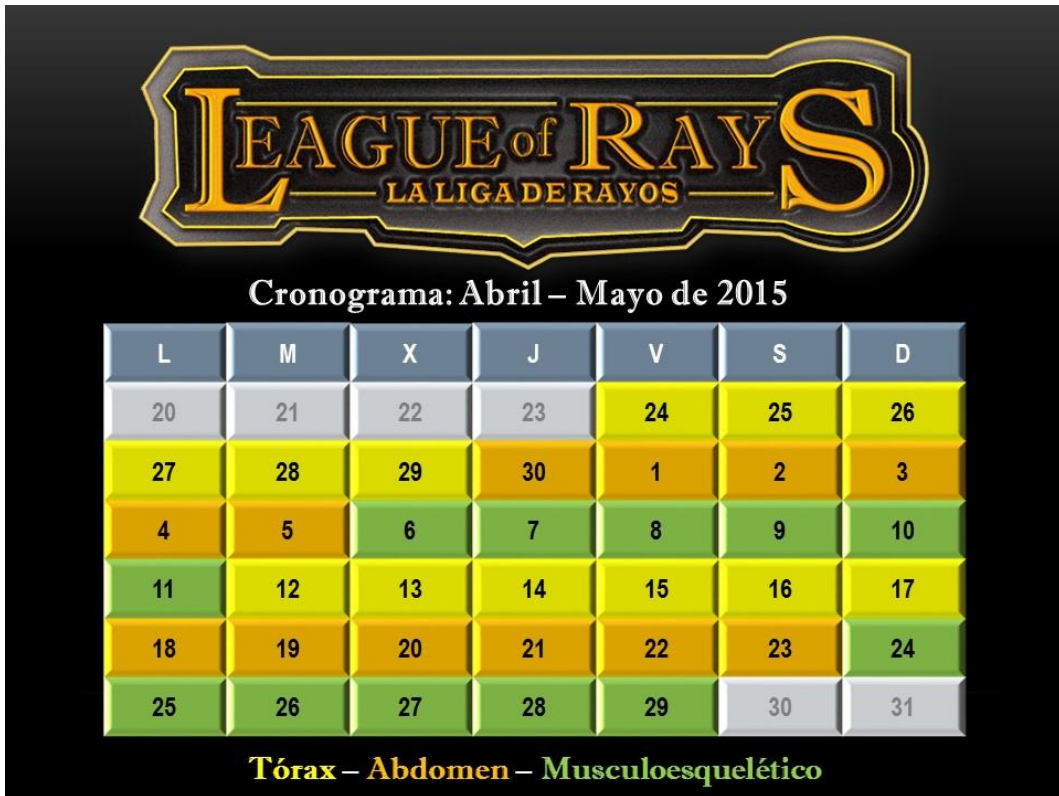


Figura I.19. Cronograma del juego La liga de Rayos.



Figura I.20. Estudiante visualizando los contenidos de anatomía torácica durante la Liga de Rayos.



Figura I.21. Estudiante realizando un test “bajo el agua” durante la Liga de Rayos



Figura I.22. Estudiantes realizando un test “entre los árboles” durante la Liga de Rayos.



Figura I.23. Visión general de la isla durante la fase del juego en la que los test de evaluación se dispusieron en plataformas flotantes.

II. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

Esta tesis parte del conocimiento de que se puede aprender Radiología jugando haciendo uso de técnicas psicológicas basadas en juegos en un entorno inmersivo 3D [Aguado y cols. 2015]. La principal premisa es que esta labor de enseñanza puede automatizarse agilizando y facilitando el proceso de aprendizaje.

Este trabajo de investigación se justifica en base a los siguientes puntos:

- 1) Contribuir a la *Modernización del Proceso Educativo*.
- 2) Utilizar *Entornos Inmersivos 3D*, uno de los más recientes avances en Tecnologías de la Información a disposición de alumnos y docentes.
- 3) Investigar para crear un *procedimiento estandarizado de formación*, guiado pero sobre todo *desatendido*, que estimule el aprendizaje individualizado del alumno pero que libere de carga de tiempo al profesor.

Para llevar a cabo lo anteriormente expuesto se pretende desarrollar un método didáctico basado en la construcción de *un juego 3D para el Aprendizaje de Radiología en un Entorno Inmersivo Desatendido*. El entorno 3D seleccionado es *Second Life* y concretamente *The Medical Master Island*. El juego docente deberá cumplir los siguientes objetivos:

1. Automatizar el Proceso Educativo como objetivo primario, con dos puntos de vista:

1.1.-Alumno:

- Presentación de Contenidos Estandarizados, siempre de la misma forma.
- Evaluación y registro automático del proceso educativo.
- Proceso guiado con el objeto de evitar la dispersión del alumno.
- Estimulación de la competencia y superación.
- Aprender jugando y divirtiéndose de forma desatendida, individualizada y con independencia del docente.

1.2.- Docente-Profesor:

- Automatización de la evaluación, *no interviene directamente.*
 - Creación de contenidos educativos de forma estandarizada y tipificada: texto, páginas Web, etc., siempre de la misma forma.
 - No condiciona el aprendizaje del alumno, este es totalmente individualizado, sin relación directa durante la realización del proceso educativo. El docente “se limita” a elaborar contenidos y la forma de evaluarlos (elementos educativos exámenes) pero en el día a día no hay relación o interacción directa entre alumno-profesor.
2. Crear un prototipo basado en los contenidos de *League of Rays* para aprender jugando que cumpla todos los criterios del objetivo 1.
 3. Evaluar el funcionamiento de dicho prototipo mediante un grupo de usuarios.

III. MATERIAL Y MÉTODO

Para llevar a cabo el estudio se ha desarrollado un **sistema de información** con el objetivo primordial de automatizar el proceso educativo. El sistema de información hace uso de las herramientas software actuales más utilizadas y estandarizadas de uso libre y gratuito. En la selección de las mismas ha primado la elección de software sin coste económico y sin restricción en cuanto a licencias de uso con la excepción del contenedor del Mundo Virtual Second Life²⁴ que es un producto software comercial de Linden Lab²⁵. Se siguió esta política con el claro objetivo de facilitar el acceso y la continuidad de esta línea de investigación por otros investigadores.

Para la creación del sistema de información se hizo uso de herramientas software de bases de datos como almacén permanente de la información, servidores de aplicaciones como contenedor de la lógica de negocio. Ambos sirvieron para construir el sistema de información que gestiona los contenidos y controla la lógica del juego implementado..

Los elementos utilizados para la elaboración de esta tesis se diferencian en tres bloques según la funcionalidad que implementan.

- El primer bloque lo constituyen las herramientas software utilizadas para el desarrollo del sistema de información que controla la lógica del juego: base de datos, servidor web y de aplicaciones.
- El segundo bloque lo constituyen aquellos elementos que permite la interconexión del sistema de información y el mundo virtual contenedor del proceso educativo.
- Por último, el tercer bloque lo constituyen aquellos elementos que simulan el mundo físico en el proceso educativo llevado a cabo en el mundo virtual.

²⁴ <http://www.secondlife.com>

²⁵ <http://www.lindenlab.com>

III.1. Sistema de Información de Control de la Lógica del Proceso Educativo.

El sistema de información que controla la lógica del proceso educativo está construido por varias herramientas software que dan soporte a las funcionalidades que implementan. Para soportar las distintas funcionalidades implementadas se ha utilizado como software base:

1. Base de Datos MySql²⁶.
2. IDE HeidiSQL [Heidi].
3. Servidor de Web y de Aplicaciones (Apache-Tomcat)[Apache].
4. Contenedor de Servicios Webs AXIS2 [Axis2].
5. IDE Eclipse Luna [Eclipse].

III.1.1. Base de Datos MySql.

MySql es un motor de base de datos Relacional, multiusuario y multihilo. Muy extendida y utilizada en la actualidad con varios millones de instalaciones, inclusive por parte de empresas de gran relevancia como Google, Wikipedia, Twitter, Facebook, Amazon, Cisco, HP, Nasa, Disney, entre muchas otras empresas en todo campos. Sus orígenes fueron de como Software Libre desarrollado por MySql AB, subsidiaría de Sun MicroSystem, pero en la actualidad su propiedad es de Oracle. Se seleccionó esta base de datos como almacén de datos permanente del sistema de información dada su potencia, fiabilidad y uso extendido, pero sobre todo porque el tipo de licencia de uso GNU GPL que permite su uso gratuito para entornos de desarrollo no empresariales.

²⁶ <https://www.mysql.com/>

TABLA III.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MOTOR DE BASE DE DATOS

MYSQL.

Flexible Architecture	Security	Manageability and Ease of Use
<ul style="list-style-type: none"> • Open Source • Multi-threaded • Pluggable Storage-Engine Architecture • InnoDB • MyISAM • Merge • Memory • Archive • Cluster 	<ul style="list-style-type: none"> • SSL Support • Built-in Data Encryption/Decryption • Password management • Fine Grained Object Privileges • View Support • Triggers for auditing 	<ul style="list-style-type: none"> • Easy Install and Setup • "3 minutes to Success" with all-in-one Windows Installer • Information Schema • Event Scheduler
<p>ANSI SQL Standards</p> <ul style="list-style-type: none"> • ANSI SQL • SubQueries, Joins, Cursors • Prepared Statements • Views • Triggers • Stored Procedures • User-Defined Functions • Information Schema • Unicode • Referential Integrity • Server-enforced Data Integrity 	<p>Query Logs for auditing High-Performance</p> <ul style="list-style-type: none"> • Performance Schema • Optimized for high concurrency • Optimized for Read Only • Optimized for use with SSD • Multiple Index Type (B-tree, R-tree, Hash, etc.) • Cost-based Optimizer • High-speed Query Optimizer • Subquery optimizations • Diagnostics, and SQL Tracing • Optimizer Tracing • EXPLAIN for SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE • Structured EXPLAIN output 	<p><i>MySQL Enterprise Backup¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hot Backup for InnoDB • Parallel backup, recovery operations • Compressed Backup • Full, Incremental, Partial Backups • Full, Partial Restore • Point in Time Recovery • Auto-Restart/Recovery • Scriptable, command line interface • Integrated with Oracle Secure Backup, NetBackup, Tivoli <p><i>MySQL Enterprise High Availability¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Oracle VM Template for MySQL • Windows Failover Clustering for MySQL • Oracle Linux and DRBD • Oracle Solaris Clustering <p><i>MySQL Enterprise Scalability¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • MySQL Thread Pool <p><i>MySQL Enterprise Security¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • MySQL Enterprise Authentication¹ • MySQL Enterprise Encryption¹ • MySQL Enterprise Firewall¹ • MySQL Enterprise Audit¹ <p><i>MySQL Enterprise Monitor¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Visual Dashboard • Query Analyzer • Rules & Advisors • Trends & Analysis • Health monitoring • Performance monitoring • InnoDB monitoring • Replication monitoring • Security administration <p><i>Oracle Enterprise Manager for MySQL¹</i></p>
<p>Replication & High-Availability</p> <ul style="list-style-type: none"> • Built-in Replication Engine • Master/Slave, Ring, Tree • Row-based Replication • Semi-synchronous Replication • Time-delayed Replication • MySQL Cluster HA • Global Transaction IDs • Slave Failover, Recovery • Multi-threaded slaves 	<p>OLTP and Transactions</p> <ul style="list-style-type: none"> • ACID Transactions • Commit, Rollback • Foreign Keys • Referential Integrity • Row-level Locking • Customizable Lock Isolation Levels • Distributed Transactions (XA) • Snapshot • Repeatable Reads (readers don't block writers and vice-versa) • Timed Deadlock Detection 	<p><i>MySQL Enterprise Security¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • MySQL Enterprise Authentication¹ • MySQL Enterprise Encryption¹ • MySQL Enterprise Firewall¹ • MySQL Enterprise Audit¹ <p><i>MySQL Enterprise Monitor¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Visual Dashboard • Query Analyzer • Rules & Advisors • Trends & Analysis • Health monitoring • Performance monitoring • InnoDB monitoring • Replication monitoring • Security administration <p><i>Oracle Enterprise Manager for MySQL¹</i></p>
<p>MySQL Cluster</p> <ul style="list-style-type: none"> • 99.999% Availability • Distributed architecture • Synchronous replication • Real-time transactional performance • SQL & Non-SQL data access • Auto sharding of data • Java, C++, memcached, HTTP 	<p>Web Application Optimized features</p> <ul style="list-style-type: none"> • Server-side Thread Pool • Connection Thread Caching • Query Results Caching • Load Balancing • Prepared Statements • Full Text Search • Multiple Character Sets • Geospatial Support • Multi-Terabyte Scalability 	<p><i>MySQL Enterprise Monitor¹</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Visual Dashboard • Query Analyzer • Rules & Advisors • Trends & Analysis • Health monitoring • Performance monitoring • InnoDB monitoring • Replication monitoring • Security administration <p><i>Oracle Enterprise Manager for MySQL¹</i></p>
<p>Storage Management</p> <ul style="list-style-type: none"> • Storage Administration • Automatic Space Expansion • Built-in Space Reclamation • Auto Undo/Rollback Management • Customizable Storage Assignments • Compressed and Archive Tables 	<p>Data Warehouse Optimized features</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fast Data Load Utility • High-Speed Multi-Insert Function 	<p>Graphical Tools</p> <ul style="list-style-type: none"> • MySQL Workbench • Data Modeling • Database Administration • SQL Editor • Database Migration <p>Drivers</p> <ul style="list-style-type: none"> • MySQL Native C Library • MySQL Drivers for ODBC, JDBC, .Net, Python, C, C++



<ul style="list-style-type: none"> • Packed Index Storage • Works with NAS or SAN storage <p>¹ Features only available in Commercial Editions</p>	<ul style="list-style-type: none"> • GROUP BY WITH ROLLUP • Aggregate UDF • Analytic SQL Functions • Geospatial Support • Multi-Terabyte Scalability <p><i>Partitioning (Table/Index)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Range, Hash, List, Key • Composite • 8k partitions per table • Portable partitions between tables • Explicit querying by partition 	<ul style="list-style-type: none"> • Community Drivers for PHP, Perl, Python, Ruby <p>Operating Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Linux, Solaris, FreeBSD, Mac OS, Windows
--	---	--

III.1.2. IDE HeidiSQL.

HeidiSQL es un entorno de desarrollo gráfico amigable para las bases de datos de gran difusión como MySQL, PostgreSQL y SQLServer. Su uso es libre y con disponibilidad del código fuente. Se seleccionó este entorno de desarrollo de base de datos por su facilidad de uso, fiabilidad, potencia y por su gratuidad no sujeta a ningún tipo de licencia de uso.

TABLA III.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL IDE DE DESARROLLO HEIDISQL PARA MYSQL.

-
- Free for everyone, OpenSource since 9 years of active development.
 - Connect to multiple servers in one window
 - Connect to servers via commandline
 - Connect via SSH tunnel, or pass SSL settings
 - Create and edit tables, views, stored routines, triggers and scheduled events.
 - Generate nice SQL-exports, compress these afterwards, or put them on the clipboard.
 - Export from one server/database directly to another server/database
 - Manage user-privileges
 - Import text-files
 - Export table rows as CSV, HTML, XML, SQL, LaTeX, Wiki Markup and PHP Array
 - Browse and edit table-data using a comfortable grid
 - Bulk edit tables (move to db, change engine, collation etc.)
 - Batch-insert ascii or binary files into tables
 - Write queries with customizable syntax-highlighting and code-completion
 - Pretty reformat disordered SQL
 - Monitor and kill client-processes
 - Find specific text in all tables of all databases of one server
 - Optimize and repair tables in a batch manner
 - Launch a parallel mysql.exe command line window using your current connection settings
-

III.1.3. Servidor Web y de Aplicaciones Apache-Tomcat.

Apache-Tomcat es un contenedor para la ejecución de tecnologías de desarrollo empresarial basadas en Java. No es un exclusivamente un servidor de aplicaciones al uso sino que da soporte a tecnologías como Java Server Pages, Servlets y Java Web Sockets, además de poder funcionar como servidor de páginas web's Apache. Esta última característica es usada intensivamente en el sistema de información que implementa el juego radiológico. Su código fuente está disponible para la comunidad de desarrolladores y su versión binaria liberada en los términos de la licencia de la Apache Software License.

TABLA III.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SERVIDOR APACHE-TOMCAT.

-
- Autenticación de acceso básico.
 - Negociación de credenciales.
 - Implementación del protocolo HTTP[S].
 - Alojamiento compartido.
 - CGI o interfaz de entrada común.
 - Implementación de Servlets de Java.
 - Implementación SSI.
 - Consola de administrador.
 - Soporte para Salida de Informes Jasper.
 - Multiplataforma (Windows, Linux).
 - Soporte a mutiples base de datos mediante conectores (ODBC).
 - Soporte de contenedores para Servicios Webs (AXIS).
-

Se seleccionó este servidor web y de aplicaciones dada su potencia, fiabilidad, uso extendido, licencia de uso, su funcionamiento multiplataforma, pero principalmente por su funcionamiento desatendido (standalone) que permite su uso sin necesidad de profundos conocimientos de su administración y mantenimiento.

III.1.4. Contenedor de Servicios Web's Axis2.

Apache Axis es un componente software que da soporte a tecnologías de servicios webs. Los servicios webs son utilizados dentro del sistema de información para

proporcionar la conectividad con el exterior al mundo virtual. Fundamentalmente implementan el acceso a la información almacenada en la base de datos. El uso de estas técnicas basadas en servicios web proporciona la potente capacidad de publicar los procedimientos de acceso a la información registrada en la base de datos facilitando el acceso a la misma. Si bien se podría haber optado por una solución de acceso a datos sin haber hecho uso de servicios webs el uso de la misma proporciona un acceso estandarizado. En la siguiente tabla se detallan las características técnicas:

TABLA III.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CONTENEDOR DE SERVICIOS WEB'S AXIS2.

<i>Velocidad</i>	Axis2 usa su propio modelo de objetos y un análisis sintáctico basado en StAX (Streaming API para XML) para lograr una velocidad de proceso significativamente mayor que la de versiones anteriores de Apache Axis.
<i>Uso reducido de memoria</i>	Axis2 fue diseñado desde la base teniendo en cuenta el objetivo de una reducida demanda de memoria.
<i>AXIOM</i>	Axis2 viene con su propio y eficiente modelo de objetos, AXIOM, para el procesamiento de mensajes, modelo que es extensible, ha sido optimizado con miras a desempeño y rapidez, simplificando su uso por parte de los desarrolladores.
<i>Despliegue instantáneo</i>	Axis2 está equipado con la capacidad de desplegar servicios web y handlers con el sistema en pleno funcionamiento. En otras palabras, es posible agregar nuevos servicios al sistema sin tener que detener la ejecución del servidor. Basta con copiar simplemente los archivos requeridos de servicios web al directorio de servicios en el repositorio, y el modelo de despliegue automáticamente desplegará el servicio y lo pondrá a disposición para su uso.
<i>Servicios web asincrónicos</i>	Axis2 ahora soporta servicios web asincrónicos y la invocación asincrónica de servicios web por medio de clientes y transportes no bloqueantes.
<i>Soporte de MEP</i>	Axis2 ahora viene con la conveniente flexibilidad de soportar "patrones de intercambio de mensajes" (Message Exchange Patterns (MEPs)) con su soporte incorporado para los MEPs básicos definidos en WSDL 2.0.
<i>Flexibilidad</i>	La arquitectura de Axis2 le otorga al desarrollador completa libertad para insertar extensiones al motor para el procesamiento a la medida de encabezamientos (headers), administración del sistema, o cualquier otro aspecto imaginable.
<i>Estabilidad</i>	Axis2 define un conjunto de interfaces publicados que cambian con relativa lentitud, comparados con el resto de Axis.
<i>Despliegue orientado a componentes</i>	Se puede fácilmente definir redes reutilizables de handlers para implementar patrones comunes de procesamiento para determinadas aplicaciones o para distribuir estos elementos a las contrapartes.

<i>Framework de transporte</i>	Axis2 tiene una abstracción limpia y simple para la integración y el uso de diversos transportes (esto es, senders y listeners para SOAP por vía de diversos protocolos tales como SMTP, FTP, middleware orientada a mensajes, etc.), siendo el núcleo del motor completamente independiente de los mecanismos de transporte.
<i>Soporte de WSDL</i>	Axis2 soporta Web Services Description Language, versiones 1.1 y 2.0 , lo que facilita la construcción de stubs para el acceso a servicios remotos, como también automáticamente exportar de Axis2 descripciones legibles por máquinas de los servicios desplegados.
<i>Agregados</i>	<p>Se han incorporado diversas especificaciones relativas de los servicios web, entre las que se incluyen WSS4J (http://ws.apache.org/wss4j/) para seguridad (Apache Rampart), Sandesha para mensajería confiable, Kandula que es un encapsulamiento de WS-Coordination, WS-AtomicTransaction and WS-BusinessActivity.</p> <p>Composición y extensibilidad - Con el empleo de módulos y fases se mejoran las habilidades de composición y extensibilidad. Los módulos de Axis2 soportan la facultad de composición y también pueden soportar nuevas especificaciones WS-* de manera más simple y limpia. Sin embargo no permiten su despliegue instantáneo, ya que alteran el comportamiento global del sistema.</p>
<i>Composición y extensibilidad</i>	<p>Con el empleo de módulos y fases se mejoran las habilidades de composición y extensibilidad. Los módulos de Axis2 soportan la facultad de composición y también pueden soportar nuevas especificaciones WS-*:</p> <ul style="list-style-type: none">• WS - ReliableMessaging - vía Apache Sandesha2• WS - Coordination - vía Apache Kandula2• WS - AtomicTransaction - vía Apache Kandula2• WS - SecurityPolicy - vía Apache Rampart• WS - Security - vía Apache Rampart• WS - Trust - vía Apache Rampart• WS - SecureConversation - vía Apache Rampart• SAML 1.1 - vía Apache Rampart• SAML 2.0 - vía Apache Rampart• WS - Addressing - módulo incluido como parte de Axis2 core.

Se seleccionó este contenedor de servicios webs dada su potencia, fiabilidad, uso extendido, licencia de uso, su funcionamiento multiplataforma y su funcionamiento desatendido (standalone) que permite su uso sin necesidad de profundos conocimientos de su administración y mantenimiento. Sin embargo, lo determinante en su elección es

que soporta a la implementación de los servicios tipo SOAP utilizados en el desarrollo del sistema de información del juego radiológico.

III.1.5. IDE Eclipse Luna.

Eclipse es un entorno de desarrollo amigable para el desarrollo software en tecnologías Java, C/C++, PHP, además de soportar otros menos conocidos. Tiene su origen en un proyecto de IBM estando en estos momentos desarrollado por la Fundación Eclipse [ECLIPSE], organización independiente sin ánimo de lucro con la idea de fomentar y crear una comunidad de código abierto y con productos complementarios, capacidades y servicios disponible dentro de un IDE de desarrollo software. Entre sus principales virtudes se encuentra su extensibilidad vía plug-in (módulos) que le confiere la capacidad de soportar gran número de tecnologías y técnicas de programación web, gran variedad de formatos de ficheros, conectividad a bases de datos de control de código origen, conectividad a bases de datos, diseño de formularios y pantallas, aplicaciones, etc.

TABLA III.5 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ENTORNO DE DESARROLLO SOFTWARE ECLIPSE.

• Data Tools Platform
• Eclipse Git Team Provider
• Eclipse Java Development Tools
• Eclipse Java EE Developer Tools
• JavaScript Development Tools
• Maven Integration for Eclipse
• Mylyn Task List
• Eclipse Plug-in Development Environment
• Remote System Explorer
• Code Recommenders Tools for Java Developers
• Eclipse XML Editors and Tools

Se seleccionó este IDE de desarrollo dada su potencia, soporte e integración con las tecnologías y herramientas utilizadas en el desarrollo del juego radiológico, gratuidad y licencia de uso, uso abierto y extensible y disponibilidad multiplataforma en varios sistemas operativos. Se opta por la versión Luna por ser la última estable publicada en el

momento de inicio de la tesis aunque cualquier versión posteriores y muchas anteriores el código fuente del sistema de información sería compatible y soportado por el IDE Eclipse.

III.2. Simulación: el mundo virtual Second Life.

La simulación del mundo físico dentro del mundo virtual tridimensional se ha llevado a cabo utilizando Second Life²⁷ de la empresa Linden Labs²⁸. Second Life actúa como contenedor del proceso educativo y haciendo uso de los recursos que pone a disposición de los usuarios o residentes del mismo se ha desarrollado el juego radiológico desatendido de este proyecto.

III.2.1. Características principales de Second Life.

Second Life no es un gestor de escenarios tridimensionales exclusivamente, su comportamiento se asemeja más a una red social que simula el mundo físico real en donde los distintos residentes o usuarios interactúan entre sí mediante las herramientas comunicación y exposición de contenidos que Linden Labs pone a su disposición.

Second Life es un entorno lúdico tridimensional donde se aplican las leyes de la física en algunos casos y en otros se vulneran, pero aunque parece un juego no lo es, al menos, en el sentido estricto del término. Su comportamiento se asemeja a un lugar donde la interacción e inmersión de sus residentes se lleva a cabo mediante el uso de un sistema computacional complejo que sigue una arquitectura cliente-servidor, donde los servicios de almacenamiento de los mundos virtuales que Second Life contiene son proporcionados por Linden Lab y el cliente hace uso de ellos mediante un visor tridimensional que se ejecuta en la computadora local que los representa para el usuario o residente. Las actividades que se pueden realizar son muy variadas: meramente publicitaria, políticas, religiosas, sociales, culturales, económicas y docentes como pone de manifiesto el gran número de universidades que tienen un área o isla dentro de Second Life.

²⁷ www.secondlife.com

²⁸ www.lindenlab.com

III.2.2. Requisitos para el uso de Second Life.

Para renderizar el mundo virtual hay que instalar un visor que se descarga de la web de Second Life²⁹. La reproducción adecuada de los objetos en el ordenador tiene unos requisitos mínimos que se muestran en las tablas siguientes que Linden Labs recomienda por sistema operativo³⁰.

Estas son las recomendaciones que Linden Labs establece actualmente, sin embargo, existen otras tarjetas gráficas que pueden ser soportadas por el Visor Viewer de Second Life que proporciona a sus usuarios. Linden recomienda que comprueben las especificaciones del software del visor para comprobar su compatibilidad en caso de uso de otras especificaciones software y hardware.

TABLA III.6 REQUISITOS DEL VISOR (VIEWER) PARA EL SISTEMA OPERATIVO WINDOWS.

Windows	Requisitos mínimos	Recomendado
<i>Conexión a Internet</i>	Cable o DSL.	Cable o DSL.
<i>Sistema operativo</i>	Vista, Windows 7 o Windows 8 Vista.	Windows 7 o Windows 8.1 .
<i>Procesador del equipo</i>	CPU compatible con SSE2, con procesador Intel Pentium 4, Pentium M, Core o Atom, AMD Athlon 64 o superior.	2 GHz (Vista) 32 bits (x86) o mejor
<i>Memoria del equipo</i>	1 GB o más.	3 GB o más.
<i>Resolución de pantalla</i>	1.024 x 768 píxeles.	1.024 x 768 píxeles o superior.
<i>Tarjeta gráfica</i>	NVIDIA GeForce 6600 o mejor. ATI Radeon 9500 o mejor. Chipset Intel 945.	NVIDIA Serie 9000: 9600, 9800 Serie 200: 275 GTX, 295 GTX. ATI Serie 4000: 4850, 4870, 4890 Serie 5000: 5850, 5870, 5970.

²⁹ <http://secondlife.com/support/downloads/>

³⁰ <http://secondlife.com/support/system-requirements/>

**TABLA III.7 REQUISITOS DEL VISOR (VIEWER) PARA EL SISTEMA OPERATIVO
MACOS.**

Mac OS X	Requisitos mínimos	Recomendado
<i>Conexión a Internet</i>	Cable o DSL.	Cable o DSL.
<i>Sistema operativo</i>	Mac OS X 10.7 o mejor.	la última versión de 10.9 .
<i>Procesador del equipo</i>	Mac con procesador Intel a 1,5 GHz.	Intel Core 2 Duo a 2 GHz o más.
<i>Memoria del equipo</i>	1 GB o más.	3 GB o más.
<i>Resolución de pantalla</i>	1.024 x 768 píxeles.	1.024 x 768 píxeles o superior.
<i>Tarjeta gráfica**</i>	ATI Radeon 9200 y superiores. NVIDIA GeForce 2. GeForce 4.	ATI: 4850, 4870. NVIDIA: 9800.

**TABLA III.8 REQUISITOS DEL VISOR (VIEWER) PARA EL SISTEMA OPERATIVO
LINUX.**

Linux	Requisitos mínimos	Recomendado
<i>Conexión a Internet</i>	Cable o DSL.	Cable o DSL.
<i>Sistema operativo</i>	Linux de 32 bits actualizado. Linux de 64 bits con instalación del entorno de compatibilidad con 32 bits.	Linux de 32 bits actualizado. Linux de 64 bits con instalación del entorno de compatibilidad con 32 bits.
<i>Procesador del equipo</i>	Pentium III o Athlon a 800 MHz (u otro superior).	1,5 GHz o mejor.
<i>Memoria del equipo</i>	512MB o más.	1 GB o más.
<i>Resolución de pantalla</i>	1.024 x 768 píxeles	1.024 x 768 píxeles o superior
<i>Tarjeta gráfica</i>	NVIDIA GeForce 6600 o mejor. ATI Radeon 8500, 9250 o mejor.	ATI: 4850, 4870. NVIDIA: 9600, 9800.

III.2.3. Características Básicas de Second Life.



Figura III.1. Logotipos de Second Life.

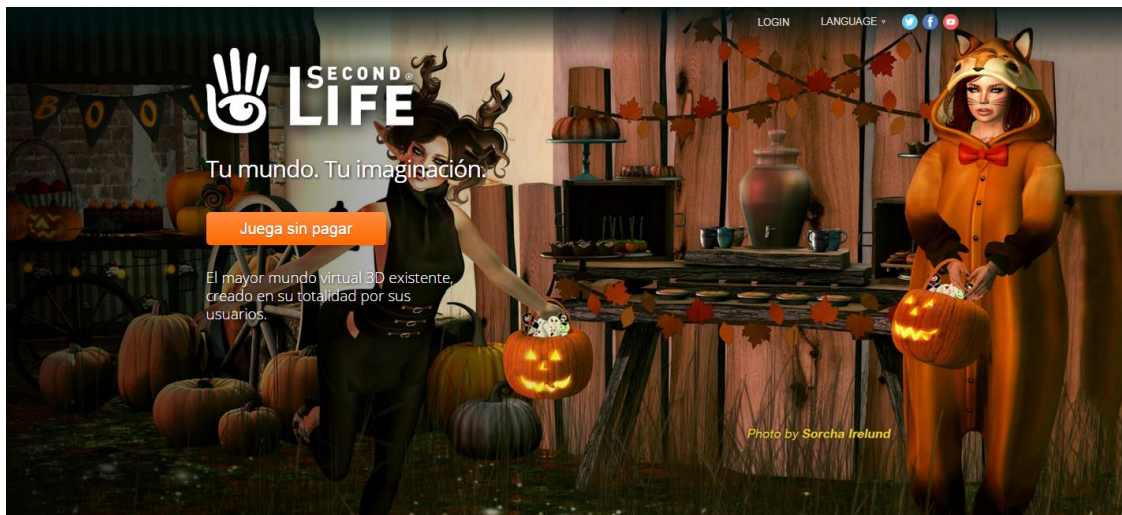


Figura III.2. Captura de la página Web de Second Life [Acceso 31/10/2015]

Second Life podría ser definida como la Web 2.0 en un sistema de representación tridimensional en cuanto a su capacidad de interacción que pone a disposición de sus usuarios. Dada la amplitud y variedad de aspectos que Second Life pone a disposición de sus usuarios o residentes [Senges y Cols. 2007], [Mansfield 2008], en la tabla III.9 se resumen las características básicas de especial relevancia e interés para este trabajo.

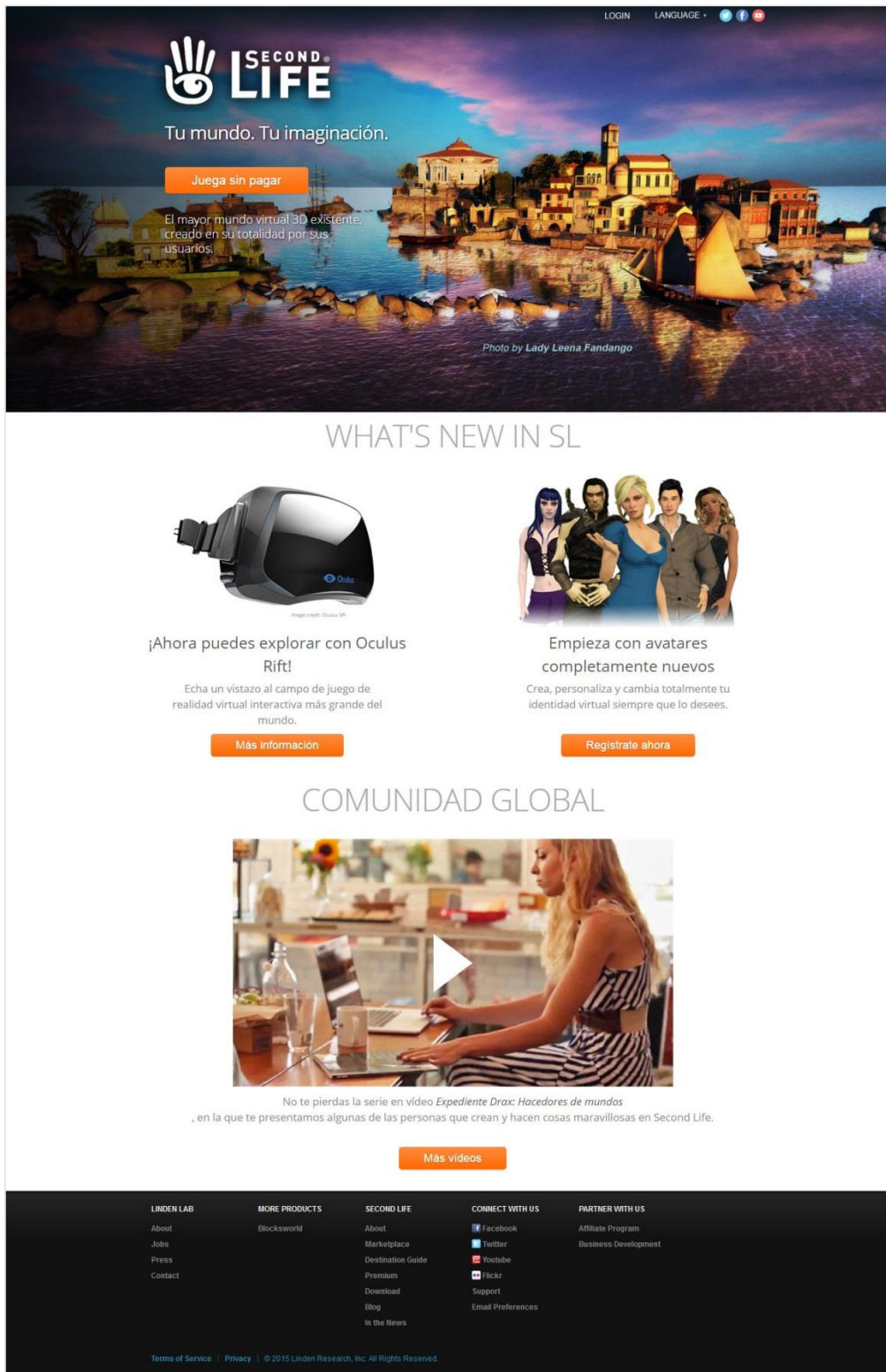


Figura III.3. Captura de la página Web de Second Life completa [Acceso 7/11/2015]

TABLA III.9 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE SECOND LIFE.

<i>Uso de Visor Propietario (Viewer SL)</i>	Visor 3D implementado y actualizado exclusivamente por Linden Lab.
<i>Uso de escenarios Tridimensionales sobre un Sistema de Coordenadas (X,Y,Z)</i>	Construidos por objetos formados por otros elementos básicos denominados Prims que pueden tener formas poligonales simples o complejas (Sculpt). <GRAFICO PRIMS SIMPLES> <GRAFICO SCUPLT>
<i>Control de Acceso</i>	Mediante el uso de cuenta con privilegios diferenciados: Propietario (acceso máximo), Constructor (construcción de objetos) e Invitado (sin privilegios). Se permite la restricción de acceso total así como la expulsión de determinadas Áreas.
<i>Representación Física mediante Avatares</i>	Representación gráfica de los usuarios permitiendo personalizarlo en base a sus aspecto físico, ropa, wereables.
<i>Organización Estructurada de Residentes</i>	Permite la agrupación lógica por pertenencia a grupos.
<i>Implementa Motor Físico</i>	Simula las leyes de la física de forma semejante al mundo real dotándolo de comportamiento similar al simular comportamientos físicos en el mundo virtual como el clima, luces, caída/animaciones de objetos/avatares/escenario, etc.
<i>Implementa Sistema de Permisos</i>	Restringen el uso de los elementos del Second Life en base a un conjunto de permisos establecidos desde Second Life..
<i>Uso de Herramientas</i>	Pone a disposición de los residentes herramientas de diseño gráfico, de construcción de escenario virtuales tridimensionales, de comunicación e interacción entre residentes (chat, voz), de Visualización de Elementos (Tipos de Vistas: objetiva ,subjettiva, cámara)..., etc.
<i>Implementa Actividades Económicas</i>	Implementa un sistema comercial basado en la moneda local denominada Linden Dólar\$.
<i>Uso de Inventarios como Almacenes de Elementos del Mundo Virtual</i>	Los usuarios de Second Life disponen de inventarios en línea que guardan elementos del mundo virtual para ser usados: objetos, ropas,animaciones,...,etc.
<i>Visualización privada mediante HUD's</i>	Elementos solo visualizables por el avatar propietario.
<i>Lenguaje de Programación</i>	Mediante el lenguaje Linden Script Language (LSL) de dota a los elementos del mundo virtual de mayor interoperatividad.
<i>Conectividad con el Exterior</i>	Implementan los protocolos HTTP y POP.
<i>Conexión de elementos del Mundo Virtual con el Físico</i>	Vía Protocolo HTTP asocian los elementos básicos (Prims) con páginas web's.

III.2.4. Medical Master Island en Second Life.

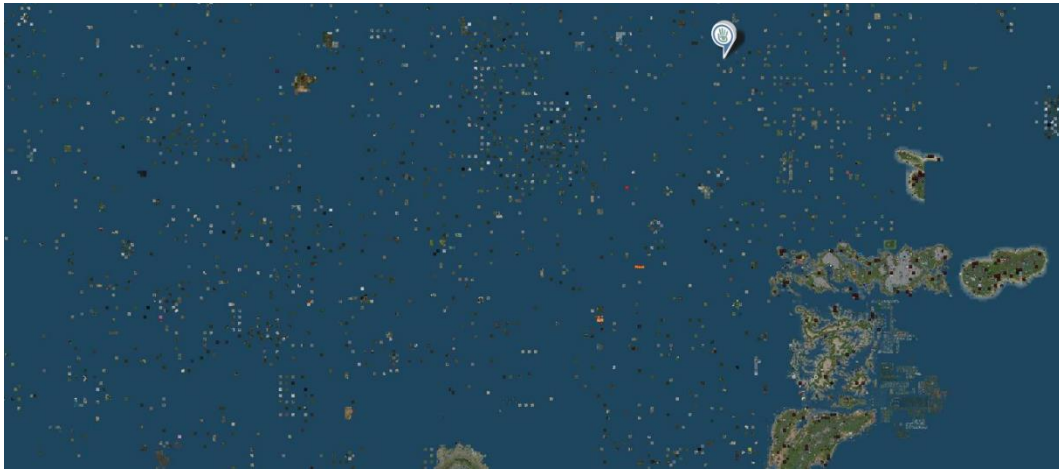


Figura III.4. Mapa de Second Life mostrando continentes y miles de islas, en el que se identifica la localización de *The Medical Master Island*.



Figura III.5. Imagen aérea de la Isla *The Medical Master Island*.

Si Second Life ha sido el gestor del mundo virtual sobre el cual se ha implementado el juego radiológico, el área o isla concreta donde se desarrollan las actividades ha sido *The Medical Master Island*³¹. Este proyecto educativo, desarrollado en el Departamento de Radiología y Medicina Física, Oftalmología y Otorrinolaringología de la Universidad de Medicina de Málaga, es el entorno educativo que sirve de base en el desarrollo de las actividades del juego radiológico implementado.

Dentro de *The Medical Master Island* se han añadido los elementos que componen el juego radiológico, ampliando funcionalidades y permitiendo el desarrollo del juego. Sin embargo, estos nuevos elementos añadidos no interfieren con el uso normal como campus virtual donde se podrán desarrollar sin interferencias las actividades formativas habituales: cursos, conferencias, seminarios, clases, coloquios, talleres, autoformación, etc., implantadas paulatinamente desde sus inicios. Para lograr que el juego no interfiera con las actividades educativas ya implantadas, las actividades relacionadas con el juego radiológico se desarrollan en áreas totalmente independientes e inaccesibles o de difícil acceso por parte desde los residentes o usuarios ubicados en *The Medical Master Island*. El acceso al juego está controlado por un mecanismo de teletransportación, más coloquialmente conocido como teleporter, solo accesible por parte de los jugadores previo proceso de registro y alta en el juego. En definitiva, el juego se desarrolla a una altitud en la que un usuario no puede alcanzar salvo que sea autorizado como jugador y siga un conjunto de reglas de acceso, no produciéndose ninguna interferencia entre otras ofertas formativas clásicas y las ofrecidas dentro del juego radiológico, ya que entre ambas esta la altura como barrera física de acceso.

³¹ <http://maps.secondlife.com/secondlife/Medical%20Master%20Island/120/84/22>

III.3. Interconexión Mundo Virtual-Real.

La interconexión del mundo físico y virtual se ha llevado a cabo mediante Internet. La conexión vía Internet es troncal porque es el mecanismo técnico proporcionado desde el mundo virtual de Second Life para interactuar con el exterior mediante el uso de los distintos protocolos de conexión implementados en Internet y soportados en Second Life. El desarrollo del sistema de información se hace mediante un uso intensivo del protocolo http como mecanismo de intercambio de información. Este protocolo implementa intercambio de páginas webs entre equipos interconectados por Internet para enviar y recibir datos desde los dos mundos físico y virtual.

Para la interconexión entre ambos mundos ha sido determinante la implementación del procesamiento de peticiones http que Second Life pone a disposición de sus usuarios. Esta potente característica permite acceder a servidores web externos y por tanto a información y datos de forma estructurada según las especificaciones del protocolo http. Esta conexión de Second Life con el exterior permite acceder a las páginas Web publicadas para ser mostradas posteriormente en el mundo virtual en las superficies de alguna de las caras que componen los Prims [Senges y Cols. 2007]. Este mecanismo de intercambio de datos se ha utilizado como canal de transmisión de información de todo tipo entre el mundo físico y el virtual implementando subyacentemente la conectividad entre ambos.

Sin embargo, la forma en que se relacionan ambos mundos tiene una limitación muy importante que se ha debido de tener en cuenta a la hora de implementar los mecanismos de intercambio de información. Dicha limitación reside en la forma en que se inicia y finaliza el intercambio de datos, en cuanto a que siempre se inicia desde el mundo virtual de Second Life. Es decir, un elemento del mundo virtual puede solicitar información haciendo uso de una petición 'http' que después de ser procesada en los servidores de datos del mundo físico se le devolverá para ser procesada e interpretada dentro del mundo virtual de Second Life. Sin embargo, hacer una solicitud de información sobre algún elemento del mundo virtual, como por ejemplo sería determinar si un avatar está conectado y su ubicación, desde el mundo real es a priori imposible, al menos hacerla

directamente, ya que Second Life no define mecanismos de peticiones de información desde el exterior del mundo virtual hacia su interior, salvo alguna información de tipo genérica como usuarios conectados en un determinado momento, número de islas actuales, e información similar.

Por tanto, la anterior “limitación” nos ha “condicionado” en la forma de interactuar entre el mundo físico y el virtual ya que el actor principal del intercambio de información intermundos serán los elementos del mundo virtual, usuarios (avatares) y construcciones (conjunto de prim’s), y los elementos del mundo real, como los servidores de datos y web, devolverán la información a petición de los primeros.

III.4. Método

El método empleado ha sido un juego que sigue dos premisas básicas en su creación y desarrollo:

1. Uso de *técnicas de gamificación* para reforzar el aspecto psicológico del aprendizaje. Es un juego de aprendizaje radiológico, pero no es un videojuego en el sentido clásico del término, sino más bien un sistema de aprendizaje radiológico alternativo que hace uso de todos los elementos que podemos encontrar en un videojuego con lo que eso conlleva en términos lúdicos, pero que a priori tiene el claro objetivo de enseñar formal y regladamente contenidos de la asignatura de Radiología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Málaga.
2. En un *sistema de aprendizaje desatendido* desde el punto de vista del docente-profesor. El juego radiológico es controlado por un sistema de información que automatiza el proceso educativo ya que está diseñado para que la intervención humana sea mínima. Con respecto al docente-profesor, este se limita a la creación de los contenidos educativos junto con su validación, realizando el proceso de corrección el propio sistema de información al que llamaremos coloquialmente *Sistema de Aprendizaje Alonsky*. Con respecto al alumno, el propio juego establece un guiado facilitando y ayudando las transiciones dentro de los contenidos educativos, en definitiva, facilitando su jugabilidad y por tanto favoreciendo el proceso de aprendizaje evitando la dispersión en el mismo.

La metodología de trabajo se basa fundamentalmente en la automatización de los procesos de creación, evaluación y guiado en los contenidos formativos del proceso de aprendizaje radiológico.

III.5. Evaluación de usuarios

Una vez terminado el sistema de programación, se estableció un periodo de prueba en fase beta, en el que cinco usuarios, estudiantes de cuarto y quinto curso de medicina en la universidad de Málaga, se dieron de alta y realizaron el juego independientemente durante quince días.

Se les sugirió que entraran un número ilimitado de veces, tantas como fuera necesario, para ejecutar el programa adecuadamente. Se les solicitó que al finalizar proporcionaran información sobre el funcionamiento del juego, identificando cualquier malfunción o posibles puntos de mejora. Igualmente se les solicitó que expresaran libremente su opinión sobre la utilidad y el atractivo del mismo.

Subsiguientemente se procedió a corregir los fallos detectados e incorporar aquellas sugerencias que fueran factibles sin colisionar con la orientación y directrices principales del juego.

Durante la actividad de estos usuarios-probadores-beta, se registró la actividad desarrollada mediante el seguimiento de sus trazas, realizándose un análisis de accesos al juego *Alone in the Sky*, para demostrar que la explotación de la base de datos externa permite realizar dicha función.

IV. RESULTADOS

Se ha diseñado un juego cuyos contenidos están basados en la experiencia reciente de juegos competitivos desatendidos *League of Rays* [Aguado y cols. 2015]. Puesto que el presente proyecto de juego desatendido se va a realizar en espacios situados a gran altura respecto a la superficie de la isla, se ha bautizado el juego con el nombre *Alone in the Sky*, haciendo de nuevo un guiño a los usuarios más jóvenes, pues el nombre recuerda la famosa saga de juegos *Alone in the Dark*³² creada en 1992. En el presente estudio se hará referencia al sistema de aprendizaje desarrollado por su nombre, *Alone in the Sky*, y de forma contraída, se hará referencia al sistema informático que lo gobierna como *Sistema Alonsky*.



Figura IV.1 Logotipo del juego radiológico *Alone in the Sky*.

Las premisas del diseño de este juego han sido: i) que sea multiusuario pero independiente, esto es, que cada jugador participe de forma aislada, impidiendo que actúen dos usuarios al mismo tiempo en la misma etapa del juego; ii) que sea necesario darse de alta, impidiendo el acceso a los contenidos a todo aquel que no lo haya hecho previamente; iii) que sea un juego multietapas, siendo necesario superar una para pasar a la siguiente, y iv) que la información se registre fuera de Second Life de forma invisible para el usuario, de manera que éste tenga la sensación de que todo se hace dentro.

³² <https://atari.com/buy-games/action-adventure/alone-dark>

IV.1. Características del Juego Radiológico *Alone in the Sky* (Sistema *Alonsky*).

La base metodológica del Sistema *Alonsky* es el aprendizaje radiológico mediante un juego cuya característica fundamental es que es desatendido y controlado en segundo plano por un sistema de información transparente al usuario e interactuando de forma inmersiva e individualizada dentro de la Medical Master Island. El juego se caracteriza por:

- 1) Uso del entorno de realidad virtual tridimensional inmersivo Second Life.
- 2) Multijugador/Multiusuario.
- 3) MutiEscenario haciendo uso de varias salas de formación y zonas de evaluación independientes.
- 4) Basada en fases o bloques de información radiológica.
- 5) Cada Bloque está constituido por un número determinado de elementos educativos junto con su evaluación lanzada tras finalizar el visionado del contenido educativo mostrado.
- 6) Pueden hacer uso de formatos estandarizados de exposición de la información radiológica: videos, audios, páginas web's.
- 7) Evaluación automática del desempeño del jugador/alumno/avatar basada en exámenes tipo test.
- 8) Guiado del proceso de aprendizaje mediante la configuración del proceso educativo estableciendo:
 - i) Estableciendo a priori por parte del docente-profesor los elementos educativos (Bloques de Información) o lecciones radiológicas a aprender.
 - ii) Orden de realización de los bloques de información radiológica.
 - iii) Evaluación de los bloques de información en forma de test que establecen hitos a superar por el alumno para continuar con los siguientes bloques de información.
- 9) Generación de información auxiliar de control y ayuda en la gestión del proceso educativo.

IV.2. Aspectos Fundamentales del Sistema Alonsky.

Los aspectos fundamentales del sistema de aprendizaje Alonsky son el aprendizaje en altura, salas de formación como forma de exposición de información relacionada, evaluación en zonas dedicadas e individualizadas en su acceso, aprendizaje guiado, evaluación automatizada, estandarización de los contenidos formativos y generación de información de control del proceso educativo.

IV.2.1. Aprendizaje en el Cielo.



Figura IV.2. Salas de Formación en el Cielo de la Medical Master Island.

El sistema de aprendizaje Alonsky se ejecuta haciendo uso de una limitación física de Second Life que impide que un avatar supere la altura de 256 metros. Esta limitación nos va a permitir limitar el acceso a las zonas formativas y de evaluación de forma que para llegar a dichas áreas es necesario hacer uso de los mecanismos de traspotación que el sistema Alonsky pone a disposición de los usuarios.

El sistema de trasportación se implementa sobre la base de un concepto muy difundido y utilizado dentro de Second Life denominado *Teleporter*. El Teleporter es el mecanismo que permite a un avatar moverse a grandes distancias de forma automática dentro del mundo virtual, siendo un mecanismo bastante simple en cuanto a su concepción pero muy potente en cuanto a su uso. Consiste básicamente en mover un prim de una coordenadas (x,y,z) a otra (x',y',z') mediante una rutina de código script LSL que gestiona y controla el movimiento asociada al prim que estamos desplazando. Dos son las características fundamentales de esta técnica de movimiento: la primera es que el desplazamiento se hace en pequeños desplazamientos hasta llegar a la posición final, y la segunda que para mover un avatar este debe de estar sentado en el prim que se está moviendo. Esto último es fundamental para que podamos mover un avatar, digamos "sin su consentimiento", ya que el movimiento de un avatar, aparte de la técnica de Teleporter indicada, solo puede realizarse por los mecanismos que el visor Viewer de Second Life pone a disposición del usuario que le permite hacer Teleporter a determinados sitios previamente registrados (hitos) o bien el propietario de la isla que puede expulsarlo del área que administra haciendo uso de ciertas funciones de LSL que Second Life pone a disposición de los programadores de scripts si se tienen los permisos adecuados para su ejecución.



Figura IV.3. Prim de Salto de la Isla Radiológica Medical Master Island.

En resumen, el control del movimiento a zonas no accesibles es fundamental dentro del sistema de aprendizaje Alonsky ya que una de las funcionalidades principales que se implementa es la automatización y control del movimiento del avatar a áreas de la Medical Master Island construidas y diseñadas para el desarrollo del juego radiológico controlando su acceso a las mismas en base a un determinado conjunto de reglas previamente definidas. Dicho control es llevado a cabo mediante los prim de salto que implementa la lógica de control del salto. Estos prims de salto acceden al estado en que se encuentra un determinado usuario o avatar dentro de la Medical Master Island determinado la zona del juego que le corresponde jugar.

IV.2.2. Salas de Formación.

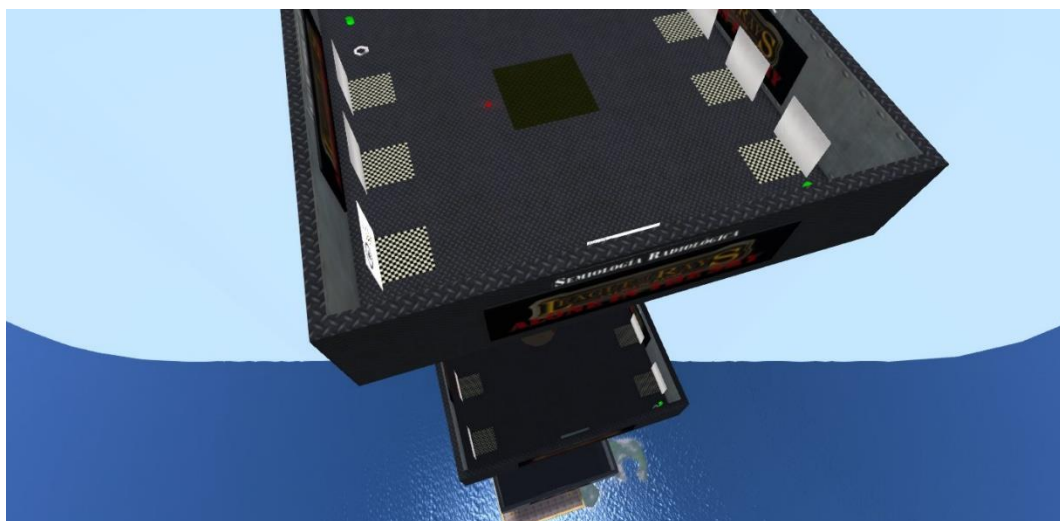


Figura IV.4. Salas de Formación en Perspectiva Aérea.

Las salas de formación son zonas en altura especialmente habilitadas para la enseñanza. Son espacios ubicados a una altura superior a 256 metros de forma que no se puede acceder sin hacer uso de algún mecanismo de salto hacia ellas. Para llegar a ellas se utilizan prim de salto ubicados en el punto de inicio del juego dentro de la Medical Master Island como se muestra en la imagen siguiente:



Figura IV.5. Prim de Saltos en el Laboratorio de Aprendizaje basado en juegos.

Tocando los prims de salto nos teleportarnos a la sala de formación que nos corresponda desarrollándose el juego radiológico. Dentro de las salas de formación

encontramos los elementos educativos que contienen la información de las clases de Radiología que el alumno debe de visualizar para su aprendizaje. Su uso es colectivo, es decir, dentro de la misma puede haber otros usuarios o avatares que estén inmersos en el proceso educativo. En la imagen siguiente se muestra un elemento educativo mostrando la primera de las diapositivas de presentación del curso:



Figura IV.6. Elemento Educativo mostrando la pantalla de presentación.

Para ir avanzando en las diapositivas mostradas basta con tocar el prim y este responderá avanzando y mostrando la siguiente diapositiva como se muestra en la siguiente imagen:

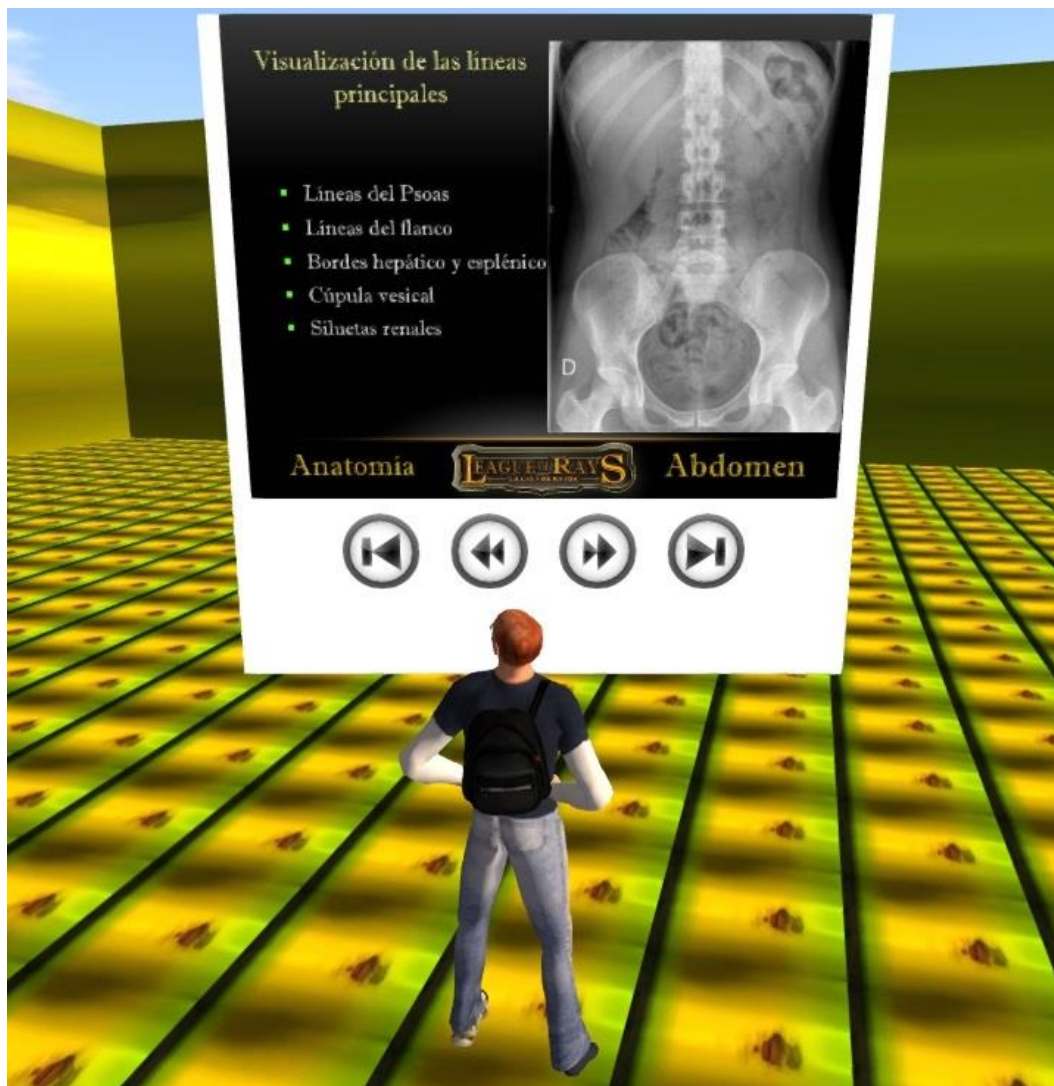


Figura IV.7. Elemento Educativo mostrando el contenido radiológico.

El primer elemento pone a disposición del jugador controles de centrado y recarga de la diapositiva como se muestra en la imagen siguiente:

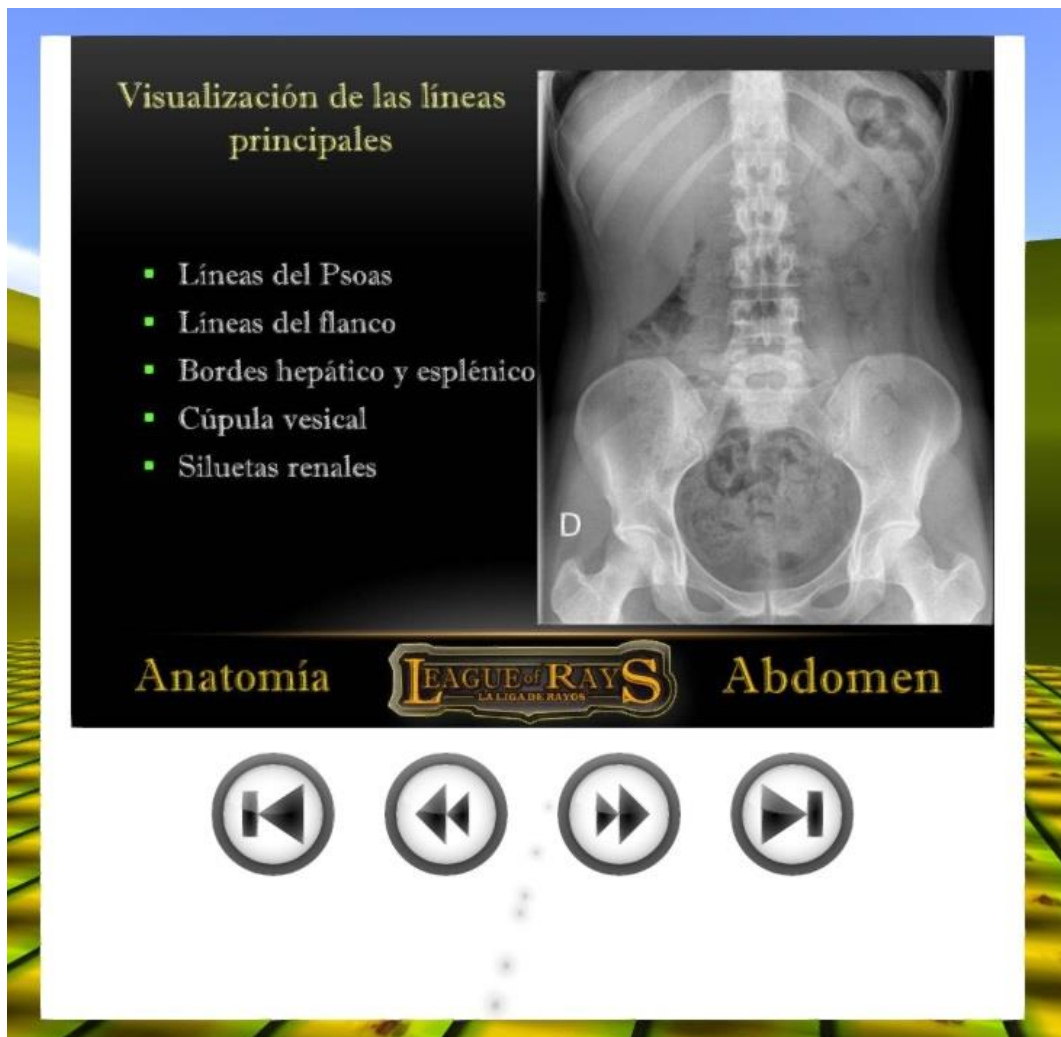


Figura IV.8. Elemento Educativo con el mostrando el contenido centrado en la pantalla.

Las salas de formación también contienen prims de salto que les permite volver a la Medical Master Island a unas coordenadas previamente programadas por el diseñador del juego. La imagen siguiente muestra el prim en forma de botón rojo que fuerza la salida del juego:

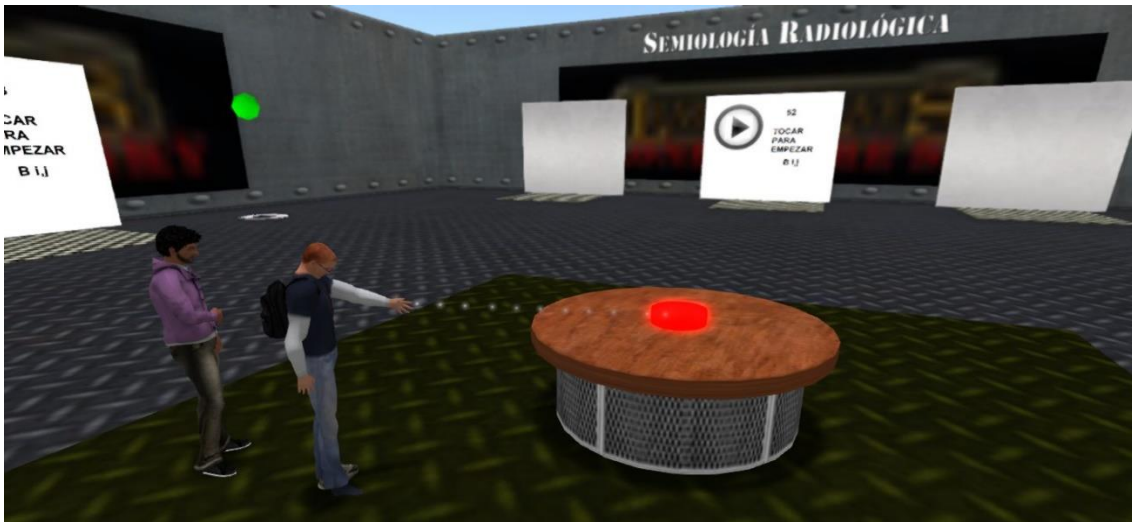


Figura IV.9. Prim del Botón Rojo de Salida del Juego.

Igualmente se puede iniciar el proceso de evaluación de la información expuesta en los elementos educativos contenidos dentro de la sala de formación. En este caso se salta a una zona especialmente diseñada para la evaluación del elemento educativo. La siguiente imagen muestra el prim de salto que nos teleportará a dichas zonas:



Figura IV.10. Prim de Salto a la Zona de Evaluación mediante Test.

IV.2.3. Plataformas de Evaluación.

Las plataformas de evaluación son zonas específicamente diseñadas para evaluar las lecciones radiológicas contenidas en los elementos educativos. Su principal finalidad es evaluar de forma automática si el alumno ha comprendido la lección en base a la superación de un examen tipo test.

Para llevar a cabo la evaluación la mecánica utilizada es saltar a la plataforma de evaluación si ha completado el proceso de visualización de la lección radiológica del elemento educativo a evaluar. A estas plataformas de evaluación solo se puede llegar mediante prims de salto ubicados junto al elemento educativo correspondiente, pero tienen la particularidad de que solo puede haber un único usuario-jugador-avatar en la plataforma. Salvando el hecho de que no es posible garantizar quien está detrás de la computadora que ejecuta el visor del mundo virtual se evita que dos usuarios-avatars puedan resolver un cuestionario de forma conjunta, o dicho de otro modo, se trata de verificar que el alumno-avatar que está siendo evaluado es una única persona. Una vez tocado el prim de salto este es el encargado de mover al jugador y avatar a la plataforma de evaluación mostrada en perspectiva mostrada en la figura IV.11.

Las plataformas de evaluación se caracterizan porque implementan mecanismo de control de presencia de forma que si detectan más de una avatar cerca o que colisiona con ella activan mecanismo de expulsión de los intrusos. Igualmente controla el proceso de evaluación de forma que transcurrido un tiempo máximo de evaluación se activa un mecanismo de expulsión del alumno o avatar que está realizando la evaluación. Este control de tiempo de uso se implanta para controlar el tiempo utilizado en el proceso de evaluación y para dejar libre la plataforma para que sea utilizada por otros alumnos-avatars.

Al igual que las Salas de Formación tiene prims de salto de que les permite volver a la sala de formación con la que está relacionada o la Medical Master Island o bien salir del juego (botón rojo).

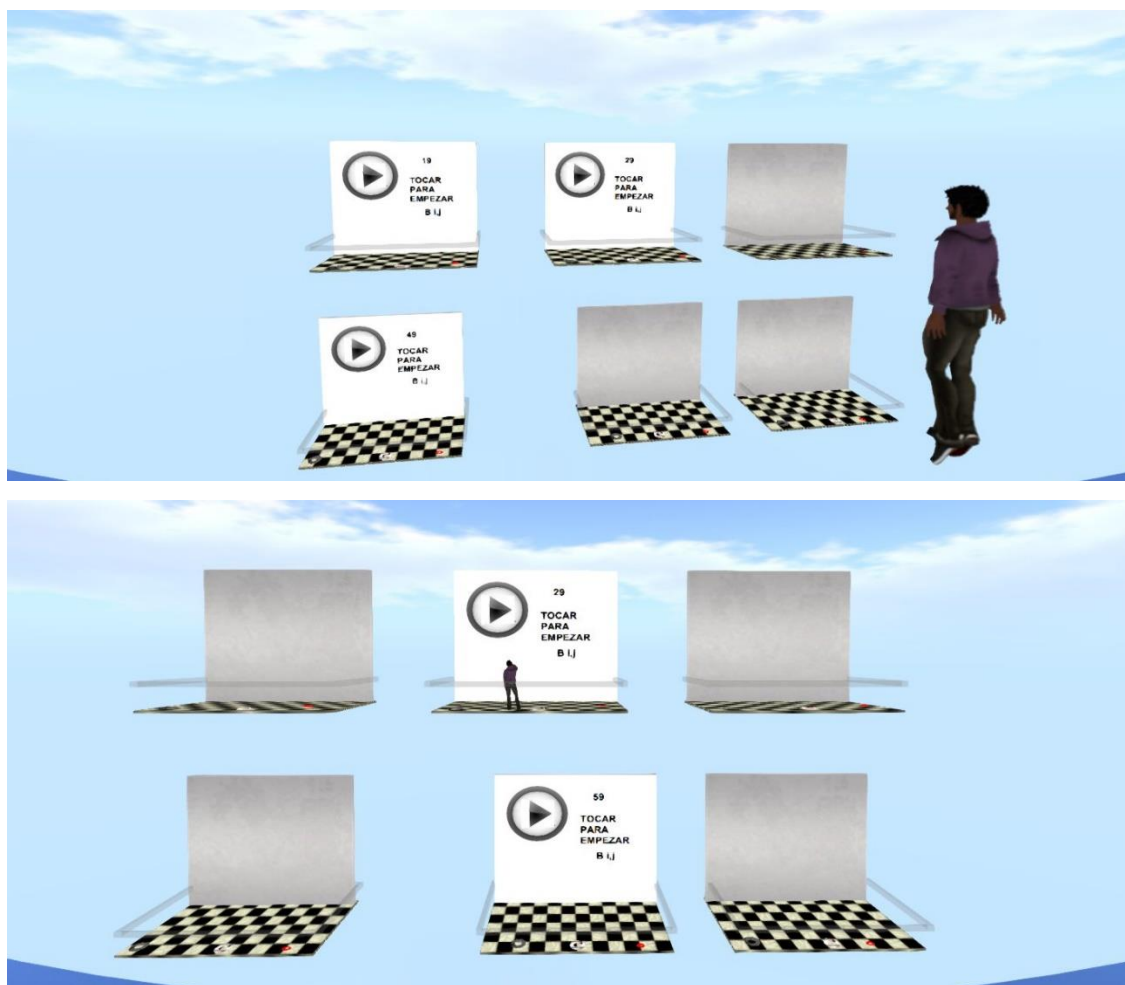


Figura IV.11. Imagen en Perspectiva de las Plataformas de Evaluación.



Figura IV.12. Plataforma de Evaluación con el Prim de Salto Botón.

IV.2.4. Navegación Guiada.

El juego de aprendizaje radiológico realiza un estricto control de la navegación y uso de los elementos del mismo. Este control se lleva a cabo principalmente porque el juego se desarrolla en zonas de la Medical Master Island localizadas en áreas a las que no se puede acceder fácilmente y porque los contenidos educativos se muestran según un orden establecido a priori por el docente-profesor. Así mismo, se dispone de mecanismo de control de presencia con el objetivo de que solo aquellos usuarios-jugadores o avatares autorizados puedan visualizar los contenidos educativos de forma que se provoca la expulsión de aquellos usuarios o avatares no autorizados a estar en las zonas privadas de la Medical master Island donde se desarrolla el juego.

Para llevar a cabo la navegación guiada se hace uso de los prims de salto ya comentados previamente. Estos prims de salto funcionan como vehículos que implementan el mecanismo del Teleporter de Second Life, pero con la salvedad de que su comportamiento es dinámico, es decir, en base a la fase o estado de la formación en que se encuentra el alumno o jugador del curso lo mueve a una ubicación previamente programada pero configurable de forma dinámica desde el exterior del mundo virtual. Cuando se indica que es configurable desde el exterior del mundo virtual se quiere decir que la creación, modificación y asociación es un proceso que no requiere tener conocimiento profundos de programación LSL en Second Life, simplemente con establecer unos identificadores de ubicación y tipo en un código LSL de configuración dentro de los prim de salto. Con esta información de configuración es capaz de calcular automáticamente el punto de salto y llevar al avatar al mismo de forma transparente sin necesidad de tener grandes conocimiento de diseño, construcción y codificación de las tecnologías que Second Life pone a disposición de los constructores dentro del mundo virtual. Se distinguen tres tipos de prim de salto en función de la lógica del control que se implementa (Tabla IV.

TABLA IV.1. TIPOS DE PRIM'S DE SALTO.

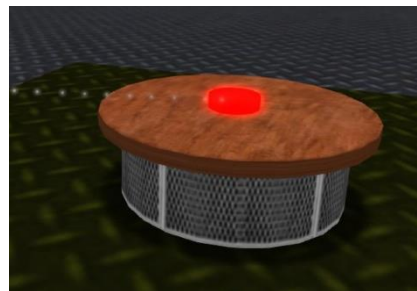
Prim-Salto-Sala formación



Prim-Salto-Plataforma de Evaluación



Prim-Salto-Medical Master Island



IV.2.5. Evaluación Automática.

Una de las principales ventajas que ofrece el juego radiológico es que “sustituye” al profesor o docente como evaluador del contenido de la lección radiológica. Anteriormente se hizo referencia a proyecto piloto *la Liga de los Rayos (LOR)*, en el que uno de sus principales inconvenientes era el feedback educativo necesario desarrollarlo, con el subsiguiente consumo de tiempo del profesor. En este juego la evaluación es realizada a cabo por el *Sistema de Aprendizaje Alonsky*, mediante una gestión automática de la misma. Al igual que con otros elementos del sistema, la evaluación se lleva a cabo configurando desde el exterior del mundo virtual una correlación entre el elemento educativo que expone la lección radiológica y el elemento evaluador de la misma de forma dinámica y sin requerir grandes conocimientos de construcción, diseño y codificación dentro del mundo virtual de *Second Life*.

El lugar donde se lleva a cabo el proceso de evaluación automática son las plataformas de evaluación anteriormente comentadas. La forma en que se lleva a cabo es mediante una serie de preguntas tipo test que deben de ser respondidas por el alumno y mostradas de forma emergente junto con su correspondiente diapositiva pregunta en la forma mostrada en las imágenes siguientes.

El alumno-jugador-avatar debe ir respondiendo a las mismas, de forma que sus respuestas son registradas. Una vez finalizado se comprueba la validez de los resultados y si supera el mínimo de aciertos de las preguntas efectuadas y número de test realizados establecidos a priori por el docente-profesor se registra como evaluación superada, permitiéndose pasar al siguiente contenido formativo que le corresponda al alumno o jugador. En caso de no haberse superado los test de pruebas se les muestra sucesivamente nuevos test hasta un máximo consignado. Si no se supera la evaluación de una batería de test propuesta se le indica al alumno o jugador que vuelva al inicio del proceso de formación y consecuentemente se le expulsa del proceso de evaluación.

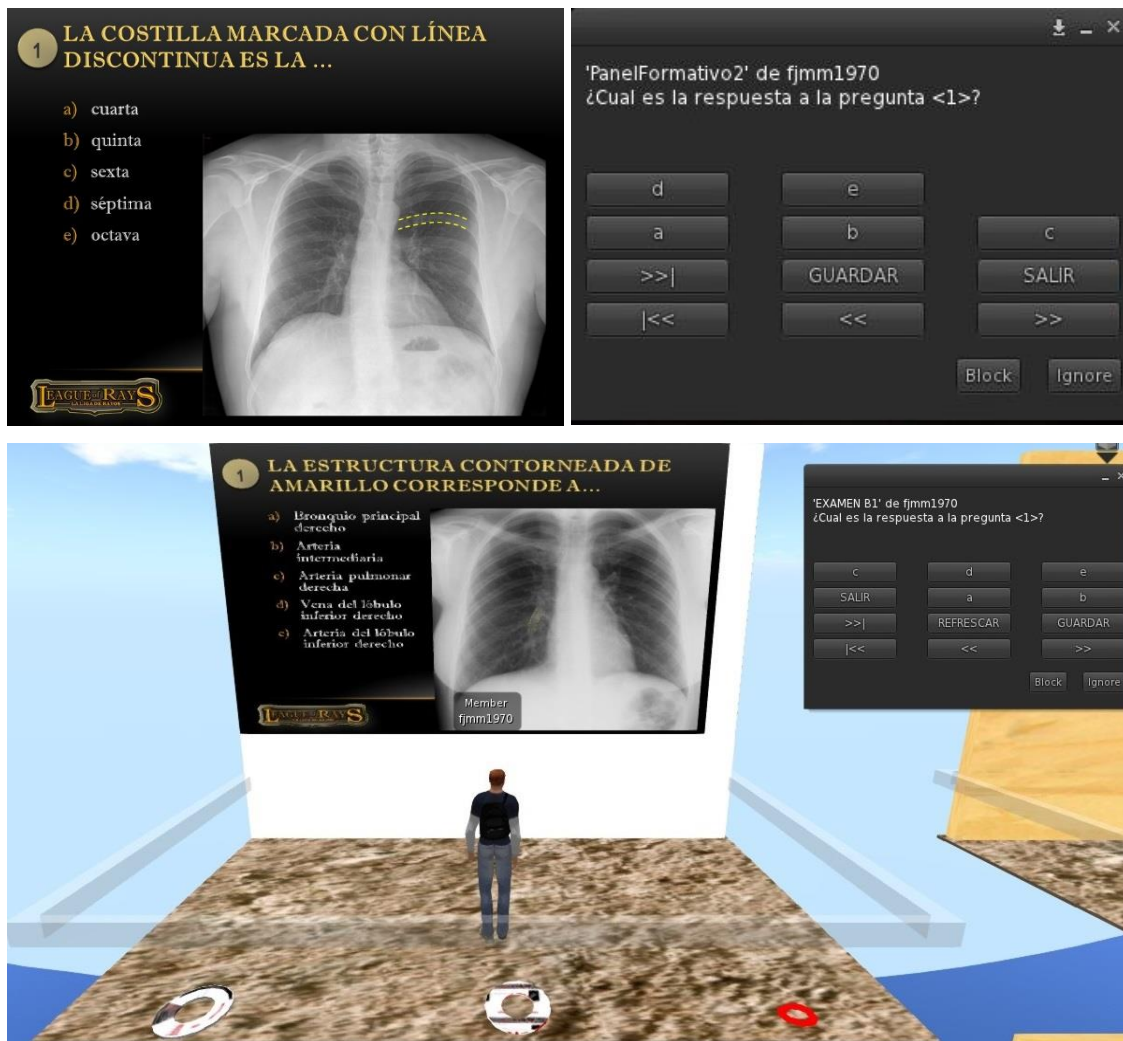


Figura IV.13. Dialogo de las Preguntas del Test de Evaluación.

IV.2.6. Información de Control.

Aparte del intercambio de información manejada para implementar el proceso educativo el Sistema de Aprendizaje Alonsky genera una información de control en forma de trazas. Esta información generada tiene como misión el estudio del proceso educativo dentro del juego radiológico de forma que nos va a permitir verificar, auditar, estudiar y explotar el proceso educativo.

El registro de esta información es totalmente transparente al usuario o jugador y queda registrada en las tablas de la base de datos que da soporte al Sistema de aprendizaje Alonsky.

IV.3. Diseño, configuración y construcción del Sistema Alonsky.

El juego radiológico está constituido por los elementos previamente enumerados, sin embargo, aunque los elementos son independientes entre sí existe una relación controlada por el sistema de información que implementa la lógica del funcionamiento del juego externo al mundo virtual de Second Life. Dicho de otra forma, los elementos que constituyen el juego se comportan como bloques con una funcionalidad propia y definida, pero su comportamiento no es autónomo, pues requiere la interconexión entre bloques para su correcto funcionamiento, en lo relativo lecciones, evaluaciones y control de uso.

En resumen, no basta con colocar los elementos sino que hay que configurarlos y relacionarlos dentro del sistema de información, en definitiva interrelacionarlos de forma coherente en base a unas reglas formativas, de diseño y control.

IV.3.1. Elementos del Proceso Educativo.

Cada uno de los elementos del juego radiológico tiene una relación directa con entidades del sistema de información. Estas entidades definen la información relativa a diferentes aspectos de los elementos del mundo virtual como por ejemplo son: coordenadas espaciales, UUID, URLs de páginas webs de carga en texturas, etc., y otras que, sin tener una relación directa con elementos del mundo virtual, son utilizadas por el sistema de información para implementar la lógica del juego radiológico. A continuación se describen cada uno de ellos.

Las *salas de formación* son las zonas donde se desarrolla el juego radiológico en altura en lo relativo a la exposición de la unidad didáctica. Cada sala dispone tiene un nombre y una tipología como datos descriptivos, además de una coordenada espacial 3D donde se encuentra ubicada y a la que se llega mediante el uso de Prim de salto y una coordenada espacial de retorno del prim de salto usado para el acceso a la misma. La coordenada de retorno es el lugar a donde el prim de salto se reubica tras finalizar el

proceso de salto para estar disponible de nuevo a otros usuarios o avatares de Second Life.

TABLA IV.2. DEFINICIÓN DE LAS SALAS DE FORMACIÓN.

Nombre	Nombre de la Sala de Formación.
Posición de la Sala de Formación	Coordenada (x,y,z) donde está ubicada en la Medical Master Island
Posición de Retorno a Isla	Coordenada (x,y,z) a la que retorna el prim de salto desde la sala.
Tipo	Tipo de la Sala: I-Información o A-Aprendizaje
Observaciones	Texto libre.

Las salas o *plataformas de evaluación* son las zonas donde se desarrolla el juego radiológico en altura en lo relativo a la evaluación de la unidad didáctica. Cada sala dispone tiene un nombre y una tipología como datos descriptivos, además de una coordenada espacial 3D donde se encuentra ubicada y a la que se puede acceder mediante el uso de Prim de salto a las mismas. La coordenada de retorno es el lugar a donde el prim de salto se reubica tras finalizar el proceso de salto para estar disponible de nuevo a otros usuarios o avatares de Second Life. También se configura el usuario (avatar de Second Life) autorizado a acceder a la misma, junto con el periodo de vigencia y tiempo máximo en segundos que se puede estar en la plataforma, en definitiva, el tiempo máximo de realización. Por último, también se indica el elemento educativo que debe de ser repasado en caso de no superarse el proceso de evolución.

TABLA IV.3. DEFINICIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE EVALUACIÓN.

Nombre	Nombre de la Sala de Formación.
Posición de la Plataforma de Evaluación	Coordenada (x,y,z) donde está ubicada en la Medical Master Island
Posición de Retorno a Isla	Coordenada (x,y,z) a la que retorna el prim de salto desde la sala.
Observaciones	Texto libre descriptivo.

Los *elementos educativos* son los elementos bases atómicos que componen el proceso educativo. Cada elemento contiene información sobre los contenidos que expone, tipología, ubicación y su configuración de uso dentro del mundo virtual. En cuanto a la tipología los elementos mostrados pueden ser páginas web's, videos o audios, en definitiva, cualquier elemento que pueda ser referenciado por una dirección web. Estos dos últimos son igualmente funcionales si están embebidos en una página web. La URL establece la dirección web donde se encuentra almacenado dentro del servidor de web que actúa como almacén de la información radiológica mostrada dentro del juego. Los elementos educativos son controlados por código script LSL y su funcionamiento lleva implícita cierta complejidad técnica, si bien no es necesaria conocerla con detalle para su uso. A continuación se muestra la información más relevante de los mismos:

TABLA IV.4. DEFINICIÓN DE LOS ELEMENTOS EDUCATIVOS.

Nombre	Nombre descriptivo del tipo de elemento educativo.
Tipo de EE	Tipo de Visualización: <i>H</i> -Html, <i>V</i> -Video, <i>A</i> -Audio.
Tipo de Resultado	Tipo de Resultado: <i>C</i> -Curso (lección), <i>E</i> -Examen (test), <i>I</i> -Información (sala).
Tipo Evaluación	Indica si tiene asociada una evaluación: <i>T</i> -Test (evalúa), <i>N</i> -No (no se evalúa).
URL	Dirección web que contiene el contenido del panel informativo.
Posición	Coordenada (x,y,z) del panel informativo (prim) del Elemento Educativo.
Canal	Canal de escucha de comandos exclusivo utilizado por el código LSL.
Tiempo Mínimo	Tiempo mínimo considerado para realizar el curso o examen en segundos.
Tiempo Máximo	Tiempo máximo para realizar el curso o examen en segundos.
Precondición EE	Elemento educativo que debe haberse realizado previamente.
EE Siguiete	Elemento educativo siguiente al que accederá.
Observaciones	Texto libre descriptivo.

Los elementos educativos presentan *unidades didácticas* cuya realización puede estar condicionada por la realización de otras previamente si así se establece en la configuración de los elementos educativos. Esto supone un condicionamiento en el flujo de aprendizaje ya que no puede accederse a la información que un elemento educativo expone si este tiene como precondition de que se haya visualizado previamente otro elemento educativo. Este encadenamiento de exposición de información se establece estableciendo la ‘PrecondiciónEE’ dentro de la configuración del elemento educativo. En caso de no establecerse precondition (establecer su valor a 0) el sistema de información da libertad en la realización del elemento educativo. Este último caso son los elementos educativos de acceso libre o informativos, por ejemplo, los que informan de las instrucciones de funcionamiento del juego.

Los elementos educativos pueden ser evaluados mediante la realización de un examen tipo test. Estas evaluaciones se efectúan fuera de la sala de formación, en las plataformas de evaluación previamente comentadas. Para definir el proceso de evaluación se hace uso de la entidad Elemento educativo-Test que complementa la configuración del elemento educativo. A continuación se muestra la información más relevante de los mismos:

La evaluación de un *Elemento educativo-Test* se realiza en base a la superación de un determinado número de test de exámenes evaluadores. A priori el docente-profesor establece el número de test que evalúan un elemento educativo, el número de preguntas mínimos a acertar para que sea considerado superado y el número de intentos disponibles para su superación. Igualmente puede establecer el orden de realización de los test indicando en ‘Test Siguiente’ el siguiente test a evaluador. En definitiva, puede establecer el orden de realización en que deben realizarse estableciendo la relación o secuencia test y test siguiente a realizar dentro de esta entidad.

Las respuestas al test evaluador, o *Entidad Respuesta*, se registran en una entidad que registrar y asocia el elemento educativo a evaluar y su relación con el curso, examen, test y alumno que lo efectúa. A continuación se muestra la información más relevante de la misma.

TABLA IV.5. DEFINICIÓN DE LAS PREGUNTAS DE LOS TEST DE EXAMEN.

Elemento Educativo	Identificador elemento educativo a evaluar.
Test	Identificativo único del test evaluador.
Test Siguiente	Identificativo del siguiente test evaluador.
URL	Dirección web que apunta a las preguntas del test.
Numero de Diapositivas	Número de Diapositivas mostradas en la página web asociada al test.
Extensión Diapositiva	Extensión gráfica de las imágenes mostrada por cada pregunta del test.
Mínimo Superado	Número de respuestas acertadas mínima para superar el test de examen.
Respuestas Opciones	Opciones posibles de la pregunta.
Respuestas Correctas	Respuestas correctas de las preguntas del test.
Nemo Test	Nemotécnico descriptivo del test evaluador.
Observaciones	Texto libre explicativo del examen evaluador.

TABLA IV.6. DEFINICIÓN DE LAS RESPUESTAS DE LOS TEST DE EXAMEN.

Elemento Educativo	Identificador del elemento educativo a evaluar.
Usuario	Identificador del usuario a evaluar.
Elemento Educativo Siguiente	Apuntador al elemento educativo siguiente a evaluar (optimizador).
Test	Identificador del test evaluador.
Test Siguiente	Apuntador al siguiente test a evaluar (optimizador).
Tiempo Empleado	Tiempo en segundos empleados en la realización del test.
Respuestas	Respuestas del alumno en forma Acierto-{letra},Fallo-X.
Aciertos	Número de respuestas acertadas.
Superado	S-Si, '<vacio>'-No. Indica si el test ha sido superado en base al número de aciertos.
Observaciones	Texto libre.

La Entidad-Respuesta no solo registra los resultados sino que además almacena información que permite al sistema de información calcular el siguiente elemento educativo que le corresponde acceder al jugador y/o el test que lo evaluará si está el proceso de evaluación. El proceso de aprendizaje a su vez va generando un conjunto de información de control que es registrada en forma de Trazas de Control (registran la información de control de la navegación del jugador) e Información Registrada por los Usuarios (relaciona el usuario del mundo virtual o avatar y con el jugador o usuario en el mundo real existe la siguiente entidad que registra y asocia información de los usuarios de ambos mundos -usuarios/jugadores-).

TABLA IV.7. DEFINICIÓN DE LAS TRAZAS DE CONTROL.

UUID	Identificador interno del Avatar que la genera la traza
Elemento	Identificador interno del elemento que la genera la traza
Operación	Identificador de la operación que la genera la traza
Observaciones	Texto libre

TABLA IV.8. DEFINICIÓN DE LA INFORMACIÓN REGISTRADA DE LOS USUARIOS.

UUID	Identificador interno del Avatar asociado al usuario/jugador .
Estado	A-Activo, B-Baja. Solo pueden usar el juego los que estén en activo.
Canal Base	Canal de escucha de comandos exclusivo utilizado por el código LSL.
Nombre	Nombre en el mundo real.
Apellido1	Primer apellido en el mundo real.
Apellido2	Segundo apellido en el mundo real.
Email	Dirección de correo electrónico.
Localidad	Localidad de residencia.
Provincia	Provincia de residencia.
País	País de residencia.
Profesión	Actividad profesional.
Universidad	Universidad donde obtuvo la titulación universitaria.
Observaciones	Texto libre

IV.3.2. Pasos en la Creación de un Bloque de Evaluación.

Un bloque de evaluación es la estructura básica y mínima necesaria para llevar a cabo el aprendizaje de una lección radiológica. La creación de un bloque de evaluación lleva consigo la creación de un conjunto de las entidades anteriormente expuestas junto con la relación lógica entre las mismas.

El Sistema de Aprendizaje Alonky está constituido por varios bloques de evaluación relacionados entre sí por la lógica de control establecida en el juego radiológico. Cada bloque de evaluación tiene como misión estructurar un contenido formativo radiológico y su evaluación posterior de forma que todos los bloques tienen un comportamiento o funcionalidad similar diferenciándose únicamente la información expuesta. De esta manera el proceso de creación de contenidos radiológicos se facilita y estandariza aumentando significativamente la productividad en la creación de los mismos.

Para una mejor comprensión del método utilizado se va a proceder a desglosar los bloques de evaluación estableciendo los pasos a seguir en la creación de un Bloque de Evaluación genérico: Las fases a seguir serían las siguientes

1. **Creación del Elemento Educativo tipo *Curso*.** Este elemento educativo tiene como función “sólo” mostrar la lección radiológica. En el proceso de creación hay que establecer el tipo de elemento como 'Curso', la url que apunta al contenido formativo dentro del servidor de páginas web's, posición (x,y,z) dentro de la Sala de Formación que se encuentra ubicada de la Medical Master Island, y por último el tiempo mínimo considerado como necesario para su visionado completo transcurrido el cual se entiende que ha sido visualizado completamente. También se establece un tiempo máximo de realización con objeto de no acaparar el uso del mismo. Esta fase se realiza fuera del mundo virtual mediante la creación de una serie de registros de información en las bases de datos y paginas web's que conforman el sistema de información.

2. **Creación y ubicación del Elemento Educativo**, donde será expuesto dentro de la Sala de Formación de la Medical Master Island. Esta fase se realiza dentro del mundo virtual requiriendo la construcción de un prim en forma de pantalla y que tiene la misión al que se relaciona con la información de la fase 1. Este prim tiene asociado un script de lo dota de funcionalidad el cual se configura estableciendo un identificador único del elemento educativo dentro del sistema de información al que está asociado.
3. **Creación del Elemento Educativo tipo *Examen***. Este elemento educativo tiene como función evaluar la lección radiológica expuesta en el elemento educativo tipo 'Curso' de la fase 1. Su proceso de creación más complejo ya que en el proceso hay que crear registros de información en las bases de datos y crear relaciones entre estos y las páginas web's que muestran los test de evaluación. La principal dificultad radica en que hay que establecer una relación coherente y veraz entre lo mostrado en los paneles (prim) del mundo virtual, vía carga de página web en sus texturas, y las respuestas de los test evaluadores registrados fuera del mundo virtual en las bases de datos. En el proceso de creación hay que establecer el tipo de elemento como 'Examen', la url que apunta al contenido formativo dentro del servidor de páginas web, el número de diapositivas de que consta el test evaluador de forma que a cada diapositiva le corresponde una pregunta del test evaluador, posición (x,y,z) en la Sala de Formación dentro de la Medical Master Island, Canal único para el envío de mensajería de control con el avatar-jugador, y por último el tiempo máximo para efectuar el test del examen, transcurrido el cual el sistema de información da por finalizada la evaluación. Igualmente se puede establecer un tiempo mínimo de realización pero no mejora el proceso de evaluación y podría suponer ocupar las áreas de evaluación más tiempo del necesario. Esta fase se realiza fuera del mundo virtual mediante la creación de una serie de información en forma de registros de bases de datos y páginas web.
4. **Creación de los Test de Evaluación de los elementos educativos**. Los test de evaluación son una extensión de la información contenida en los elementos educativos tipo 'Examen'. Definen la relación entre los elementos educativos tipo 'Examen' con una serie de preguntas que serán mostradas en cada una de las

diapositivas de que constan un elemento educativo de este tipo. Debe existir una relación entre cada una de las páginas web's que son mostradas en los elementos educativos tipo 'Examen' con las preguntas de los test que serán mostradas de forma emergente. Por tanto, si un elemento educativo muestra N-Diapositivas el test debe de tener N-preguntas, una pregunta por cada diapositiva mostrada. Un elemento educativo al menos tiene asociado un test de evaluación, aunque lo normal es que se creen baterías de test evaluadores asociados a un mismo elemento educativo. En el proceso de creación hay que establecer el nombre del test, la pregunta o diapositiva con la que está relacionada dentro de la página web que muestra el examen evaluador, mínimo de respuestas acertadas para ser considerado que el test ha sido superado, información nemotécnica (solo informativa), apuntador a los siguientes elementos educativos a evaluar con objeto de optimizar el proceso de evaluación (uso interno), el siguiente test a evaluar en caso de no ser superado el actual lo que permite establecer a priori el orden de realización de los test evaluadores, las opciones de respuestas posibles y finalmente la respuesta correcta. Esta fase se realiza fuera del mundo virtual mediante la creación de una serie de información en forma de registros de bases de datos.

IV.3.3. Ejemplo de Creación de un Bloque de Evaluación.

Para aclarar el proceso de creación de un bloque de evaluación expuesto anteriormente se procederá a explicar un ejemplo real. En primer lugar se define el elemento educativo tipo 'Curso' encargado de mostrar la lección radiológica según la configuración siguiente.

TABLA IV.9. DEFINICIÓN DE UN ELEMENTO EDUCATIVO DEL TIPO CURSO.

<i>E. E. Curso</i>	<i>Valor</i>	<i>Explicación</i>
Id	11	Identificador único que será referencia en el prim.
Nombre	Curso LOR2015 Semana1A.	Nombre descriptivo del curso.
Tipo de EE	H.	Muestra página Html.
Tipo de Resultado	C	Curso (solo muestra lección radiológica).
Tipo de Evaluación	N	No se evalúa.
URL	http://www-rayos.medicina.uma.es/SL/LOR2015/LOR-semana1a/index.html	Url del recurso web cargado en la textura de la cara del prim que visualiza la lección.
Posición	252.0,246.0,903.0	Coordenada (x,y,z) enfrente del panel informativo.
Canal	1001	Canal de Listen (debe ser único).
Tiempo Mínimo	450	15 x 30 sg (15 diapositivas, x 30 segundos de visualización por cada una). Debe trascurrir como mínimo 7.5 minutos para considerar que ha sido visionada y poder ser evaluada.
Tiempo Máximo	900	Límite máximo de 15 minutos para su realización.
Precondición EE	1	Correspondiente a EE de Información.
EE Siguinte	12	Correspondiente al siguiente EE Curso.
Observaciones	Semana 1 bloque a del juego LOR	Bloque 11.

Como se puede observar no están definidos todos los datos de la entidad elemento educativo, sino solo aquellos que son relevantes en el proceso de visualización. El campo 'Url' cuyo valor debe contener una ruta absoluta completa hasta la página web que contiene el recurso educativo que va a ser visualizado en las texturas del prim de Second Life asociado al Elemento Educativo. El campo 'Tiempo Mínimo' establece en segundos el tiempo considerado como necesario para visualizar completamente la lección, sin embargo, lo relevante es que trascurrido ese intervalo se produce un marcado del Elemento Educativo y usuario (Avatar) que lo está visualizado de forma que una vez realizado ese marcado se puede acceder al próximo Elemento Educativo del tipo 'Curso' o 'Examen' que le corresponda en la secuencia programada por el docente-profesor con el que está relacionado. Si ese marcado no se produce el sistema de información no permite la realización del siguiente curso o examen que le corresponda. Otro dato relevante es el canal usado ya que debe ser único por elemento educativo ya que en otro caso puede producirse errores de funcionamiento en los elementos educativos próximos. Por último, también se define el Elementos Educativo que tuvo que ser visualizado en caso de haber sido un 'Curso' o realizado en caso de ser 'Examen' previamente a este y el siguiente Elemento Educativo en la secuencia guiada que se deberá ser mostrado o evaluado en función del tipo.

En segundo lugar se define el elemento educativo tipo 'Examen' encargado de evaluar la lección radiológica, mostrada en el elemento educativo curso con el que está relacionado, según la configuración siguiente:

Como se puede observar no están definidos todos los datos de la entidad elemento educativo, sino solo aquellos que son relevantes en el proceso de evaluación. En el tipo 'Examen' el campo 'Url' cuyo valor no contiene una ruta absoluta completa hasta la página html, sino solo hasta el prefijo de las imágenes asociadas a las preguntas del test de evaluación. El sistema de información internamente monta una secuencia de url's siguiendo el patrón $\langle E.E.Examen.Url+\{0..NumeroDiapositivas\}.JPG \rangle$. Por cada pregunta- $\langle i \rangle$ del test de evaluación que tiene asociado se va mostrando la url $\langle E.E.Examen.Url+\langle i \rangle.JPG \rangle$ y seguidamente un dialogo que permite seleccionar la respuesta al test junto con otras opciones que permiten la navegación dentro de las

preguntas del test, registro de la opción-respuesta y salida del test. En la figura siguiente se muestra un ejemplo del dialogo que el sistema de información mostrará:

TABLA IV.10. DEFINICIÓN DE UN ELEMENTO EDUCATIVO DEL TIPO EXAMEN.

<i>E. E. Examen</i>	<i>Valor</i>	<i>Explicación</i>
Nombre	Curso LOR2015 Semana1A.	Nombre descriptivo del examen.
Tipo de EE	H	Muestra página Html.
Tipo de Resultado	E	Examen (muestra página y controles para ir visualizando las diapositivas y registrar el resultado).
URL		Vacía. Se define en la entidad asociada EE Test.
Tipo de Evaluación	T	Se evalúa vía test.
Posición	248.0, 229.0, 681.0	Coordenadas dentro de la Plataforma de Evaluación.
Numero de Diapositivas	15	Numero de Preguntas a responder en el tipo de resultado E-Examen.
Canal	1000	Canal de Listen (debe ser único).
Tiempo Mínimo	0	Sin límite mínimo para su realización.
Tiempo Máximo	900	15 x 60 segundos (15 diapositivas, x 60 segundos para responder). Trascurrido este tiempo se registra el resultado y se considera que el examen ha finalizado.
Observaciones	Test-aa Semana 1 del juego LOR	Texto libre, puede estar vacío.

El campo 'Tiempo Máximo' establece en segundos el tiempo máximo disponible para realizar el test de evaluación transcurrido el cual se fuerza al registro de las opciones elegidas y salida del proceso de evaluación. Al igual que con el tipo 'Curso' se produce un marcado del Elemento educativo y usuario (Avatar) que lo está siendo evaluado de forma que una vez realizado ese marcado se puede acceder a la siguiente lección radiológica. Si ese marcado no se produce el sistema de información no permite la realización de nuevos bloques de visionado y evaluación posterior. Igualmente el canal usado ya que debe ser único por elemento educativo ya que en otro caso puede producirse errores de funcionamiento en los elementos educativos próximos.

Por último hay que definir el test evaluador indicando por cada pregunta las opciones posibles junto con la respuesta correcta como se indica a continuación:

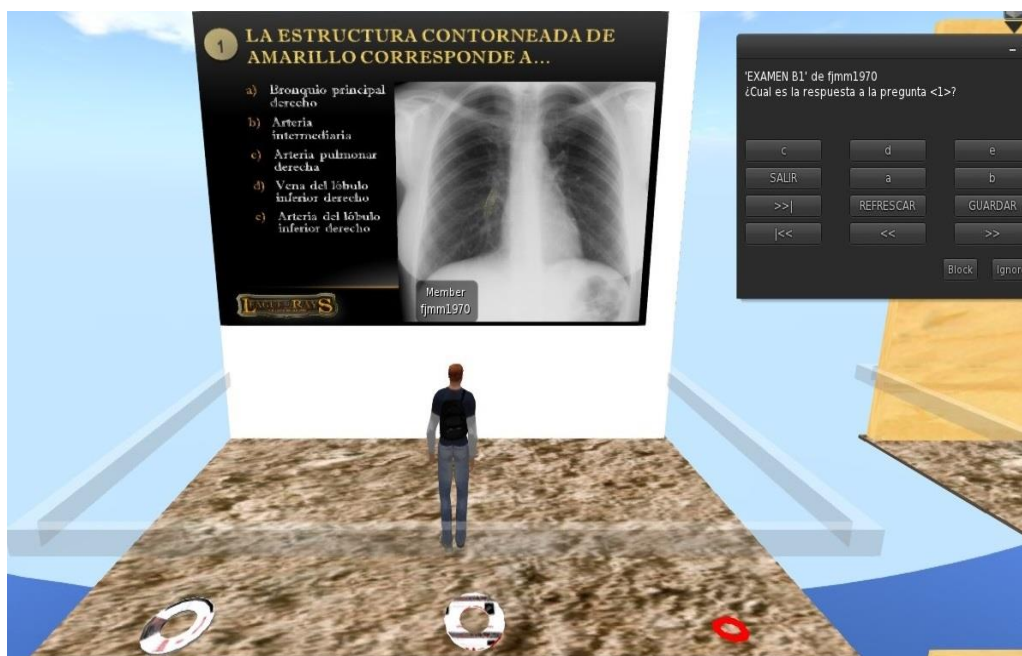


Figura IV.14. Dialogo de las Preguntas del Test de Evaluación.

En este ejemplo el elemento educativo a evaluar es el 19. Como puede observarse hay una pregunta por cada una de las diapositivas que genera y controla el sistema de información asociada al elemento educativo correspondiente al examen. El proceso de generación de las url's que sigue el siguiente patrón '<Numero de Diapositivas> + extensión del gráfico (.JPG)' anteriormente comentado. Se establece 12 como el mínimo número de aciertos para ser considerado el test como superado, en este caso un 80% ($15 \times 80\% = 12$). Debe de haber una correlación semántica entre la imagen cargada en el prim del elemento educativo examen que actúa de evaluador y la pregunta del test asociada en la entidad. Igualmente se establece el orden en que los test evaluadores del elemento educativo son mostrados estableciendo el test siguiente a mostrar, que aunque en este ejemplo es secuencial podría establecerse otro orden no lineal, estableciendo como último el 0 por convención.

TABLA IV.11. EJEMPLO DE DEFINICIÓN DE UN TEST DE EVALUACIÓN (IDEE 19).

Id	Test	Test Siguiete	Url http://www- rayos.medicina.uma.es/SL/LOR2015/...	Respuestas Correctas	Test Nemo
101	1	2	.../LOR-semana1-test-aa/DIAPOSITIVA	_badcadcbcdaaeca	1aa
102	2	3	.../LOR-semana1-test-ab/DIAPOSITIVA	_cddebddcaabbdcd	1ab
103	3	4	.../LOR-semana1-test-ac/DIAPOSITIVA	_badcadcbcdbbdcd	1ac
104	4	5	.../LOR-semana1-test-ad/DIAPOSITIVA	_cddebddcaaaaeca	1ad
105	5	6	.../LOR-semana1-test-ae/DIAPOSITIVA	_badcaddcaabbdcd	1ae
106	6	7	.../LOR-semana1-test-af/DIAPOSITIVA	_cddebdcdbaeca	1af
107	7	8	.../LOR-semana1-test-ag/DIAPOSITIVA	_badcaddcaaaaeca	1ag
108	8	9	.../LOR-semana1-test-ah/DIAPOSITIVA	_badcaddcaaaaeca	1ah
109	9	10	.../LOR-semana1-test-ai/DIAPOSITIVA	_cddebdcdbbdcd	1ai
110	10	11	.../LOR-semana1-test-aj/DIAPOSITIVA	_dcbcdbadcaaaeca	1aj
111	11	12	.../LOR-semana1-test-ak/DIAPOSITIVA	_ddcaacddebdbdcd	1ak
112	12	0	.../LOR-semana1-test-al/DIAPOSITIVA	_dcbcdbadcabbdcd	1al

Numero de diapositivas: 15. Extensión de diapositivas: .JPG. Respuestas opcionales: a,b,c,d,e. Mínimo superado: 12.

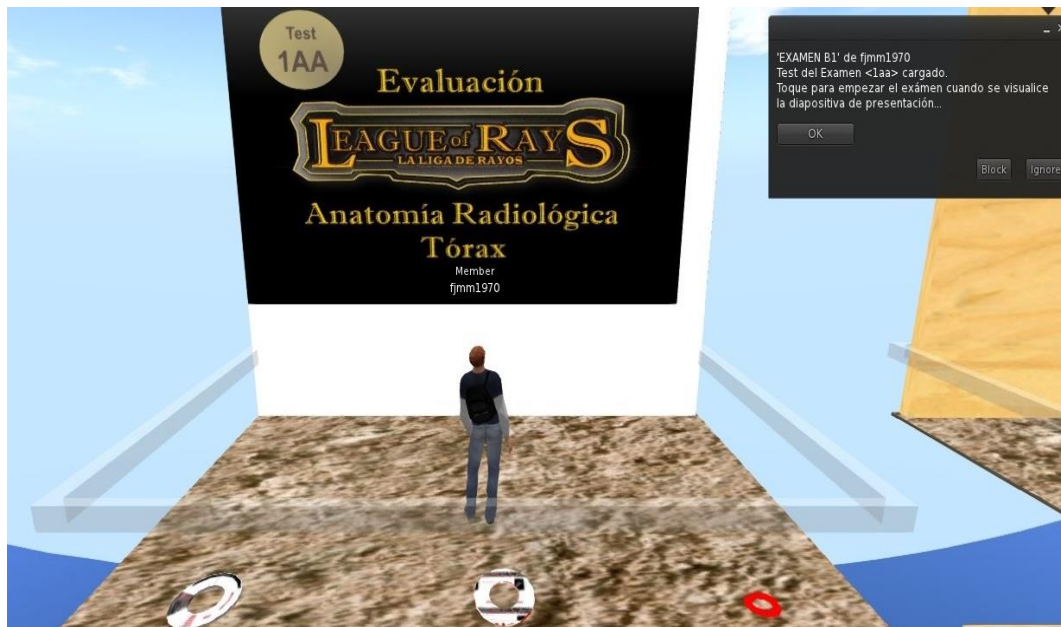


Figura IV.15. Diapositiva de Presentación del Test de Evaluación.

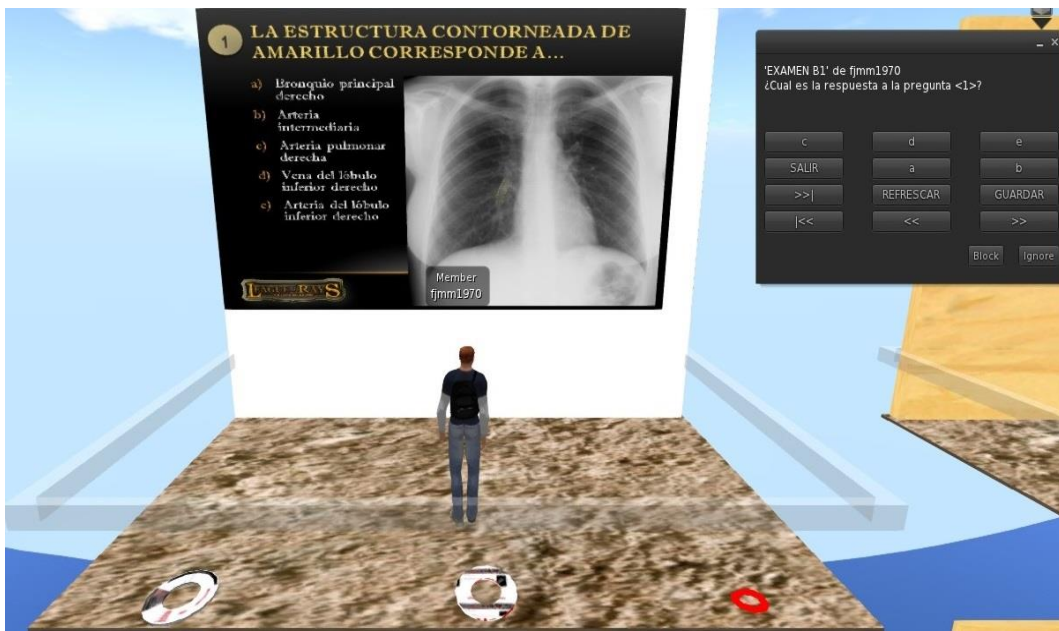


Figura IV.16. Diapositiva de la Pregunta 1 del Test de Evaluación.

Las entidades expuestas son las más significativas y relevantes en el sistema de información, aunque existen otras que las relaciona y que actúan como conectoras entre ellas sin interés para este ejemplo. Tienen un correspondencia con un modelo físico de datos soportado por el gestor de datos relacional MySQL. Dada la complejidad técnica y con miras a no complicar en exceso el proceso de comprensión de la metodología utilizada se ha derivado al *Apéndice 1-Detalles Técnicos del Sistema de Aprendizaje Alonsky* los detalles a bajo nivel y la descripción interna del funcionamiento del sistema de información que da soporte a la lógica de negocio del juego radiológico.

IV.4. Método Alonsky.

El Sistema de Aprendizaje Alonsky implementa la metodología propuesta en esta tesis haciendo uso de todos los elementos anteriormente definidos y estableciendo una relación entre ellos con el objeto de generar como producto final, el juego radiológico desatendido como mecanismo de aprendizaje de la asignatura de Radiología en la Universidad de Medicina de Málaga. Cada uno de los elementos utilizados se ubica virtualmente dentro de la Medical Master Island de forma que proporcionen sus funcionalidades al juego radiológico siendo interconectados externamente por el sistema de información que controla y gobierna el juego *Alone in the Sky*. Así por ejemplo, los prims de salto proporcionan la funcionalidad del movimiento guiado y controlado, las salas de formación en altura las áreas de formación exclusivas de los jugadores y en las plataformas de evaluación serán las áreas donde se realizarán los test de evaluación y los bloques de evaluación serán los canales de transmisión con el alumno-jugador.

IV.4.1. Elementos del Juego Radiológico.

El juego radiológico está compuesto por salas de formación dentro de las cuales se disponen los bloques de evaluación, plataformas de evaluación y prims de salto que proporcionan acceso a las salas de formación y desde ellas a las plataformas de evaluación.

Para acceder a las salas de formación se puede utilizar de salto elemental, como los que se han empleado en la fase de creación del juego en el que lo importante es que contenga el script de teleporte y las coordenadas de destino. Para la fase de utilización del juego se ha empleado un prim esculpido³³ con forma de trono que en principio se ha ubicado en el laboratorio de aprendizaje basado en juegos (figura IV.17).

³³ http://wiki.secondlife.com/wiki/Sculpted_prim



Figura IV.17. Sistemas de acceso a las salas de formación, en la explanada central de la isla, durante el diseño (arriba) y en la fase de prueba (abajo).

Tocando algunos de los prims de salto se accede a la Sala de Formación 0 que tiene como misión dar información sobre el funcionamiento y registro de usuario del juego. Para informar del funcionamiento del juego hay un elemento educativo inicial (Id=1). Una vez visualizado debe de procederse al alta del usuario-jugador en el sistema de información. La secuencia a seguir salto a la Sala 0, visualización del Elemento Educativo 1 de información y registro del usuario en el sistema.



Figura IV.18. Flujo de Acceso a la Sala de formación 0 de Información y Registro.

Dentro de la Sala de Información encontramos otro prim de salto que inicia el juego al teleporter del jugador a la Sala de formación que le corresponde en base al estado en que se encuentra su partida de aprendizaje radiológico.



Figura IV.19. Flujo de Acceso a la Sala 1 de Formación.

Una vez que los avatares son teleportados a las salas de formación cada jugador debe iniciar el proceso de aprendizaje de cada uno de los bloques de evaluación que componen el curso radiológico. El juego está compuesto de 6 bloques de evaluación de anatomía donde cada uno de los bloques se componen de dos elementos educativos: uno de tipo 'Curso' y otro de tipo 'Examen'. El primero de los elementos educativos tiene como misión mostrar al jugador la lección radiológica en la Sala de Formación donde esté ubicado y el segundo su evaluación en la Plataforma de Evaluación que tiene asignada. El uso de ambos tiene que ser secuencialmente y por orden tanto en la realización Curso-Examen como en la realización de los bloques de evaluación siguiendo el patrón

secuencia 1-2-3-4-5-6, es decir, Bloque 1 y a continuación Examen 1, Bloque 2 y a continuación Examen 2,..., así sucesivamente hasta el Bloque 6 y Examen 6.

En las imágenes siguientes se muestra el flujo que debe seguir el jugador siendo el primer paso la realización del curso para luego tocar el prim de salto a la Plataforma de Evaluación:

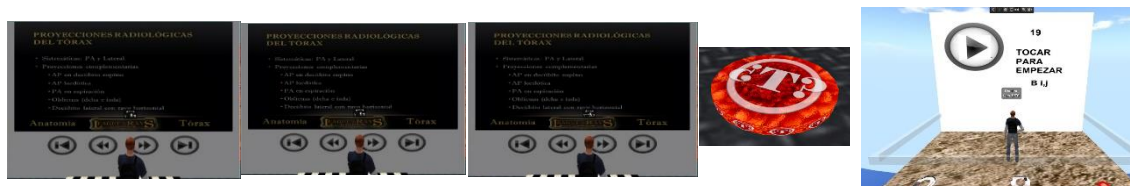


Figura IV.20. Flujo de Acceso a la Plataforma de Evaluación del Bloque.

El juego radiológico *Alone in the Sky* implementa la *League of Rays (LOR)* y se compone de dos áreas de conocimiento radiológicos (anatomía y semiología). Está compuesto por 6 bloques de contenidos y dentro de cada bloque por 3 sub-bloques. Su contenido es el siguiente:

- B1- Anatomía Radiológica Tórax.
- B2- Anatomía Radiológica Abdomen.
- B3- Anatomía Radiológica MSK.
- B4- Semiología Radiológica Tórax.
- B5- Semiología Radiológica Abdomen.
- B6- Semiología Radiológica MSK.

Cada área de conocimiento o bloque consta de 3 presentaciones tipo PowerPoint convertidas a páginas webs en formato html, que dan lugar a un bloque de evaluación por cada presentación que dan como resultado final 6 bloques de evaluación dentro del juego. En resumen, se hará uso de 18 URLs, (6x3), cada una de las cuales apuntará a una lección radiológica distinta, 9, (3x3), de Anatomía de Tórax, Abdomen y Musculo Esquelética y otras 9, (3x3), de Semiología de Tórax, Abdomen y Musculo Esquelética.

Cada bloque de evaluación consta de 12 test de evaluación con variantes de 15 preguntas tomadas de una base de datos de 30 Preguntas que darán lugar a 12 URLs.

Para el desarrollo del proceso educativo se harán uso de una estructura basada en 3 Salas de Formación:

- Sala de Formación 0: Información-Alta-Autorización + Salto.
- Sala de Formación 1: Anatomía (Tórax, abdomen y MSK).
- Sala de Formación 2: Semiología (Tórax, abdomen y MSK).

IV.4.2. Fases.

Las fases a superar por jugador por orden obligatorio de realización son las siguientes:

- Fase 0-B0- Alta y Registro del Jugador
- Fase 1-B1- Anatomía Radiológica Tórax.
- Fase 2-B2- Anatomía Radiológica Abdomen.
- Fase 3-B3- Anatomía Radiológica MSK.
- Fase 4-B4- Semiología Radiológica Tórax.
- Fase 5-B5- Semiología Radiológica Abdomen.
- Fase 6-B6- Semiología Radiológica MSK.

La Fase 0, Alta y Registro del jugador, se realiza en la Sala de Formación 0 de Información-Alta-Autorización. Las Fases 1, 2, 3 se realizará en la Sala 1 de Formación de Anatomía Radiológica de Tórax, Abdomen y Musculo Esquelético y las Fases 4,5,6 en la Sala 1 de Formación de Semiología radiológica de Tórax, Abdomen y Musculo Esquelético.

IV.4.3. Flujo del Proceso Educativo.

El flujo que el jugador debe de seguir sigue el siguiente guión:

- El usuario llega al punto de acceso al juego en Medical Master Island.
- Se teletransporta a la Sala de Formación 0:
 - 1) En la Sala de Formación 0 se detalla la forma del juego.

- 2) Se muestra una Nota Informativa al aterrizar junto con información estática en paneles.
 - 3) Registro en el Juego (Proceso de Alta).
 - 4) Autorización de Uso del Juego por parte del Sistema de Información.
 - 5) Teleporter a la Sala de Formación 1 de los usuarios autorizados.
- En la Sala de Formación 1:
 - 1) En la Sala de Formación 1 se detalla su Contenido.
 - 2) Se muestra una Nota Informativa al aterrizar junto con información estática en paneles.
 - 3) Comenzar por el Bloque 1 (A.R.Tórax): Presentación + Evaluación.
 - 4) Solo cuando se supere el Bloque 1, compuesto a su vez por otros tres bloques (B11,B12,B13), se puede comenzar con el Bloque 2 (A.R.Abdomen).
 - 5) Solo cuando se supere el Bloque 2, compuesto a su vez por otros tres bloques (B21,B22,B23), se puede comenzar con el Bloque 3 (A.R.MSK).
 - 6) Cuando se supere el Bloque 3, compuesto a su vez por otros tres bloques (B31,B32,B33), se teleportar a la Sala de Formación 2.
 - En la Sala de Formación 2:
 - 1) En la Sala de Formación 2 se detalla su Contenido.
 - 2) Se muestra una Nota Informativa al aterrizar junto con información estática en paneles.
 - 3) Comenzar por el Bloque 4 (S.R.Torax): Presentación + Evaluación.
 - 4) Solo cuando se supere el Bloque 4, compuesto a su vez por otros tres bloques (B41, B42, B43), se puede comenzar con el Bloque 5 (S.R.Abdomen).
 - 5) Solo cuando se supere el Bloque 5, compuesto a su vez por otros tres bloques (B51, B52, B53), se puede comenzar con el Bloque 6 (S.R.MSK).
 - 6) Cuando se supere el Bloque 6, compuesto a su vez por otros tres bloques (B61, B62, B63), se considera juego finalizado.

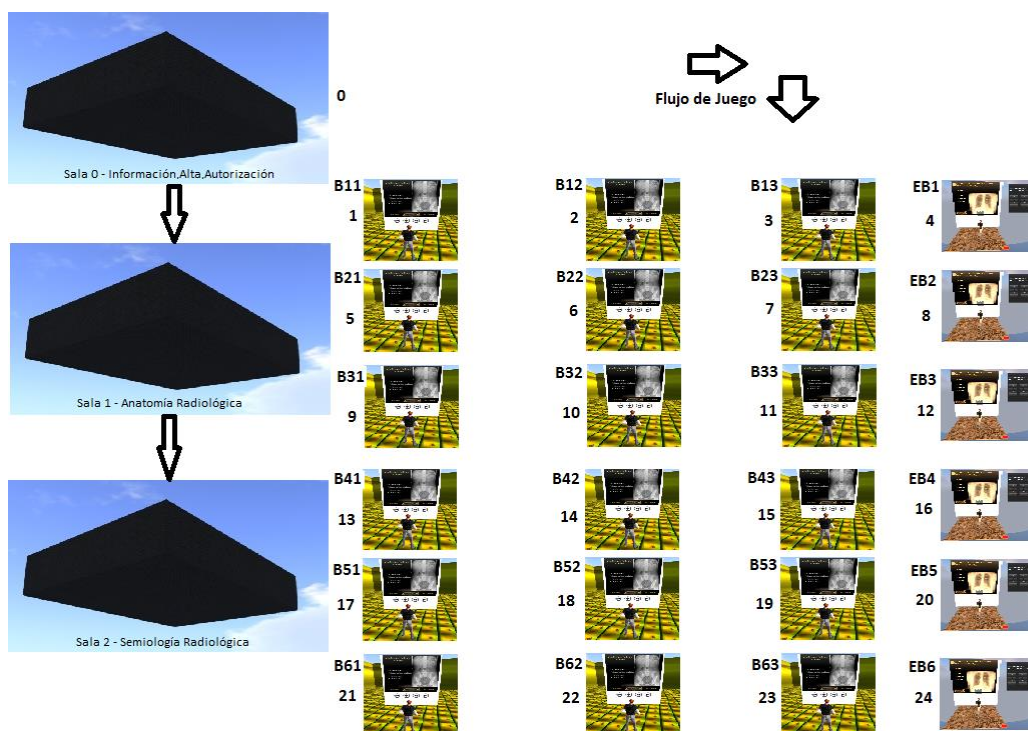


Figura IV.21. Flujo de Realización del Juego *Alone in the Sky* (Alonsky).

El proceso de evaluación seguido en el desarrollo del juego radiológico dentro de cada uno de los Bloques de Evaluación es el siguiente:

1. Visualización de los Contenidos por tiempo: transcurrido un periodo mínimo de 2 (120 segundos) minutos y máximo de 7.5 minutos (450 segundos) se considera que el bloque de información ha sido (o ha podido ser) visualizado.
2. Evaluación mediante la realización de:
 - .1. Test de Evaluación 1 (AA).
 - .1.1. Si es superado el sistema muestra el siguiente Test de Evaluación 2 (AB).
 - .1.2. Si no es superado se pasa al siguiente Test de Prueba (AC..AL) consecutivamente, en total 12 como máximo
 - .1.2.1. Si no se superan 2 test del total de 12 se recomienda el repaso del contenido. El jugador ha finalizado el juego y solo puede ser habilitado de nuevo por el administrador del curso.
 - .1.2.2. Si es superado se notifica y el siguiente teleporter será al siguiente elemento educativo tipo curso. Ir al paso 1.

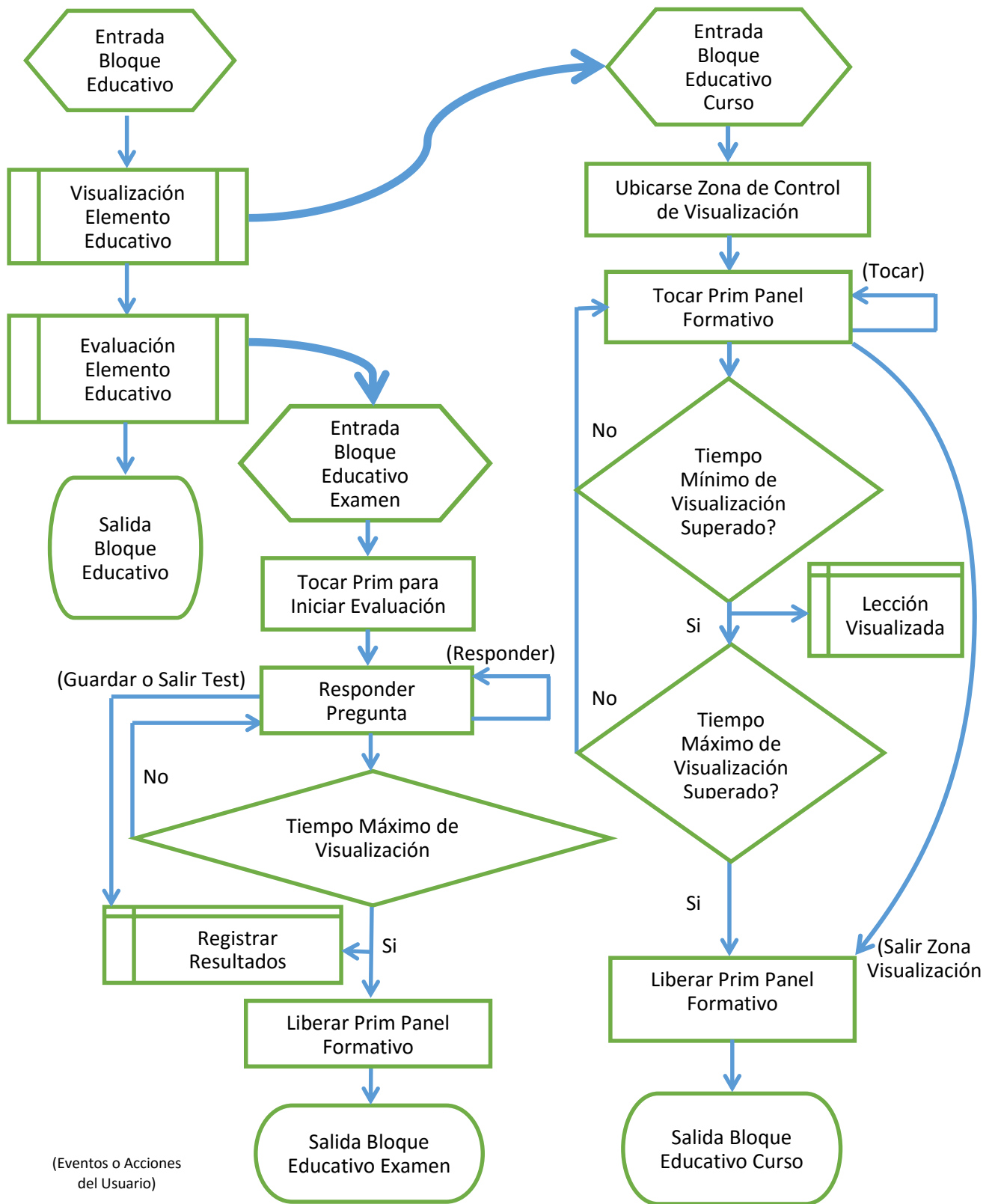


Figura IV.22. Diagrama de Flujo de la Evaluación de los Test.

IV.5. Evaluación de usuarios

Los usuarios detectaron malfuncionamiento del sistema o pequeños fallos de apariencia de los contenidos que fueron corregidos tras el periodo de evaluación:

- Sugirieron mejorar sistema de alta y registro, pues ocasionalmente no recogía los datos adecuadamente.
- El brillo de algunos paneles no estaba activado, por lo que la información aparecía extremadamente oscura, haciendo incómoda su visualización.
- Igualmente el formato de algunos paneles no estaba adecuadamente ajustado, por lo que el contenido aparecía desproporcionado en alguna de sus dimensiones.
- Describieron alguna imagen de algún panel que ocasionalmente no cargaba bien.
- No encontraban el botón de centrado de la imagen en algunos paneles de evaluación.
- Informaron de algún retraso ocasional en abrir el contenido de algún panel
- Notificaron de algún fallo ocasional en el teleporte, trasladando a un emplazamiento erróneo.

Aportaron algunas sugerencias de mejora que se incorporaron o no en función de la posibilidad de realizarla y de que el diseño del sistema no tuviera otra estructura o finalidad:

- Sugirieron que los test indicaran exactamente el número de aciertos y fallos. NO se incorporó esta sugerencia, pues se pretende que el usuario resuelva un tipo test de pocas preguntas y si no acierta el número mínimo para superar el test repita uno nuevo. Las preguntas comienzan a repetirse aleatorizadas de un banco de 30 preguntas tras la tercera ronda.
- Sugirieron la necesidad de un tutorial que mejorara el aprendizaje del juego. Se ha realizado el mismo, cuya primera versión se encuentra en el Anexo I de este estudio.

Respecto a la impresión del programa fue buena y expresaron la sensación de utilidad del mismo, aunque alguno manifestó claramente que sus preferencias de aprendizaje on-line no son tan elaboradas, sino que le gusta más la información en páginas Web más simplificada. Se exponen a continuación los comentarios textuales de los observadores beta.

“En general, pese a ciertos fallos que supongo con el tiempo se podrán solventar, me parece una excelente idea y una manera de acercar a alumnos u otros sanitarios interesados a una forma sencilla de aprendizaje y autoevaluación de los conceptos aprendidos.”

“El principal problema encontrado es la necesidad de un compañero o tutorial para aprender a moverse entre las diversas clases y exámenes. Lo cual retrasa el inicio de la experiencia y requiere de un tiempo para moverse eficientemente por las instalaciones diseñadas. A pesar de todo ello, la experiencia merece la pena y es recomendable continuar con ella e ir mejorando poco a poco el sistema, pues los resultados obtenidos son muy buenos a nivel personal y considero que lo pueden ser para grupos más grandes. Como alumno de quinto, la experiencia me ha ayudado a repasar conceptos radiográficos y entrenarme con radiografías y otras técnicas de imágenes reales, apoyado por el extenso conocimiento teórico añadido desde que finalicé la asignatura en tercero. Ambas experiencias se coordinan y permiten un mejor aprovechamiento del aprendizaje durante el periodo universitario y, posiblemente, fuera de él para quienes quieran seguir practicando y aprendiendo”.

“Es muy bueno e interactivo, siendo un genial sustituto o complemento de las clases presenciales. Es muy útil e intuitivo, siendo muy recomendable como herramienta docente. Por otra parte, la interfaz gráfica tiene bastante donde mejorar y el recorrido es lento, aunque posiblemente esto se deba a las limitaciones que en sí mismo constituye

el mundo de Second Life. En líneas generales, muy buena herramienta.”

“Respecto a funcionamiento de la isla y los exámenes, todo correcto, salvo quizás la lentitud al cargar las diapositivas o a veces para pasar de pregunta a la siguiente, no sé si será cosa de mi PC (raro), de la conexión de mi casa (raro=fibra 50mb) o porque a Second Life le cuesta cargar eso que creo yo que será. Respecto a la utilidad de proyecto, si es útil y puede servir, pero para mí me resulta pesado. Esto es algo personal mío, a mí me gustan las paginas tipo radiotorax, que veías la imagen, y simplemente pasar a siguiente. No sé si me explico, me gustan las páginas como cuando se hacen los ejercicios de test de la autoescuela, una página online o programa, con una serie de preguntas respecto a un tema. Me resulta pesado la parafernalia de abrir juego, moverte por la isla, ahora cambia de presentación moviéndote, ahora click aquí y espera para pasar a la siguiente. Prefiero las cosas más directas, pin pan pregunta y listo. Eso si, repito que es personal y para gusto colores, es más probable que para la gente le resulte más atractivo la idea del juego y moverse que hacer solo test. Creo que es todo de momento, admiro vuestro trabajo de Second Life pese a que no me guste =P”

“La liga está bien, el único problema que veo es que hasta que entiendes como moverte por Second Life pierdes bastante tiempo. El resto está bien montado con el repaso de teoría antes de cada test. Por lo demás corregir los fallos que ya mandamos y variar las preguntas un poco.”

IV.6. Resultados y evolución del juego

Con objeto informar sobre los resultados obtenidos por los jugadores en las sala 0 de información y en las salas de formación 1 y 2 se encuentran ubicados prim de paneles informativos que muestran la evolución en el juego por parte de los usuarios/jugadores.

En la sala 0 de información se encuentra un panel informativo que muestra los resultados en forma de tabla del usuario que realiza la acción “Tocar” aportando información sobre los bloques realizados superados, el porcentaje de acierto y tiempo empleado en su mejor evaluación. En caso de haber superado el curso completamente muestra una leyenda que lo indica. En la figura siguiente se muestra un ejemplo de panel de un jugador que ha superado todo el juego.

Resultados Usuario (111)

FranciscoJesus manjon mostazo ha superado usted el "Curso de Radiología y Semiología Radiológica" Alonsky System le da la enhorabuena. Excelente partida jugador, siga así...

Bloque	Nombre	Aciertos	Porcentaje	Tiempo
69	Examen Alonsky Bloque6 - Semiología Radiológica-MSK	3	20%	1,17 Min.(70 Sg.)
59	Examen Alonsky Bloque5 - Semiología Radiológica-Abdomen	3	20%	0,83 Min.(50 Sg.)
49	Examen Alonsky Bloque4 - Semiología Radiológica-Torax	3	20%	0,92 Min.(55 Sg.)
39	Examen Alonsky Bloque3 - Anatomía Radiológica-MSK	15	00%	3,42 Min.(205 Sg.)
29	Examen Alonsky Bloque2 - Anatomía Radiológica-Abdomen	3	20%	0,75 Min.(45 Sg.)
19	Examen Alonsky Bloque1 - Anatomía Radiológica-Torax	3	20%	0,83 Min.(50 Sg.)

Figura IV.23. Panel informativo de un curso finalizado.

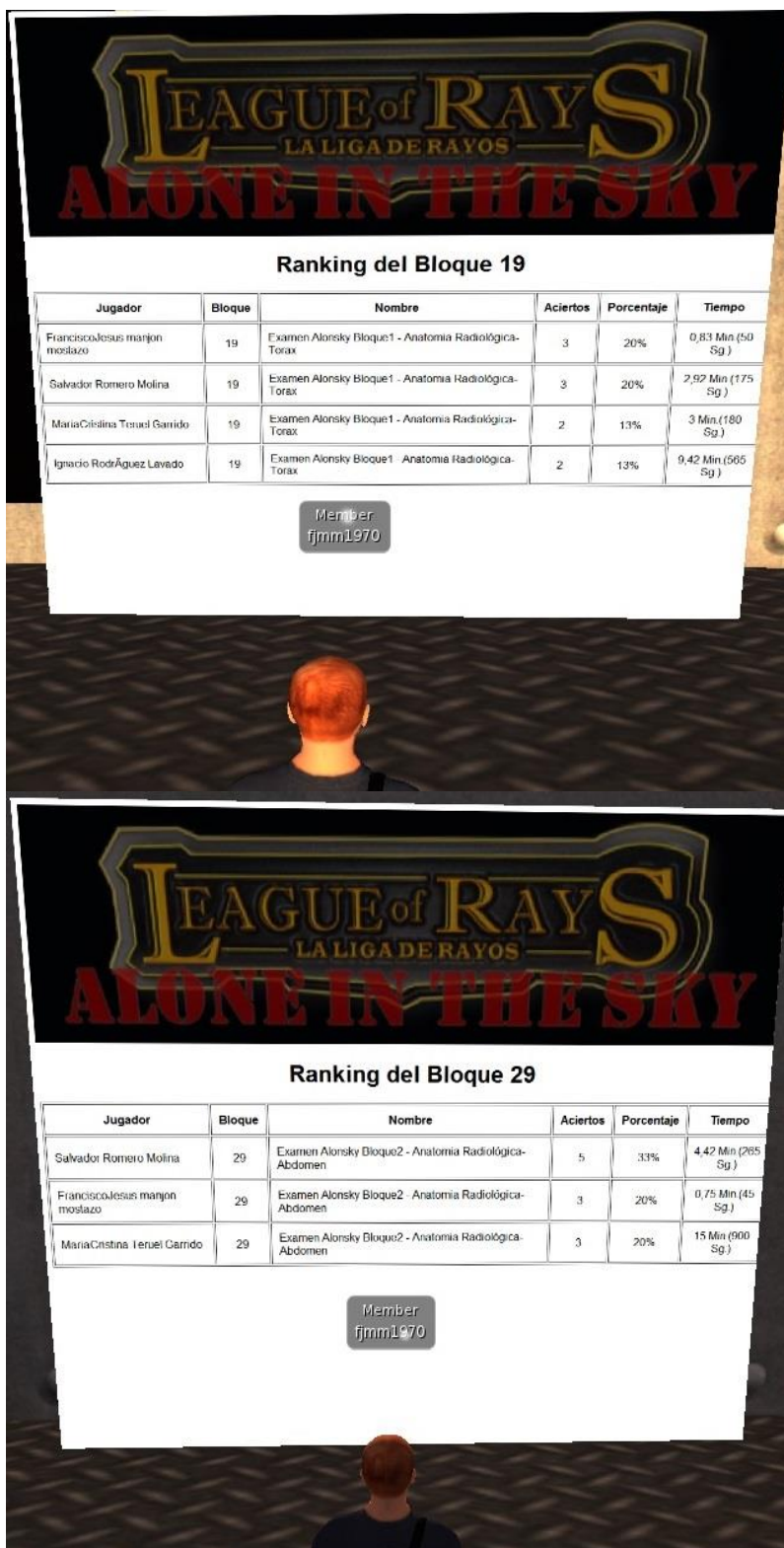


Figura IV.24. Panel informativo de los resultados obtenidos en los bloques formativos 1 y 2.

En las salas de formación 1 y 2 se ha dispuesto, a continuación del último sub-bloque, un panel informativo del ranking del bloque correspondiente, indicando cómo están jugado otros jugadores/usuarios. En la figura IV.24 se muestran ejemplos de ranking para el bloque 1 y 2 de anatomía radiológica:

Por último, en la sala 0 de información se ha dispuesto un panel informativo en el que se muestra el resultado de todos los jugadores del juego agrupados por sub-bloques. En la figura IV.25 se muestra un ejemplo.



Ranking por Bloques

Jugador	Bloque	Nombre	Aciertos	Porcentaje	Tiempo
FranciscoJesus manjon mostazo	19	Examen Alonsky Bloque1 - Anatomia Radiológica-Torax	3	20%	0,83 Min.(50 Sg.)
Salvador Romero Molina	19	Examen Alonsky Bloque1 - Anatomia Radiológica-Torax	3	20%	2,92 Min.(175 Sg.)
MariaCristina Teruel Garrido	19	Examen Alonsky Bloque1 - Anatomia Radiológica-Torax	2	13%	3 Min.(180 Sg.)
Ignacio RodrÁguez Lavado	19	Examen Alonsky Bloque1 - Anatomia Radiológica-Torax	2	13%	9,42 Min.(565 Sg.)
Salvador Romero Molina	29	Examen Alonsky Bloque2 - Anatomia Radiológica-Abdomen	5	33%	4,42 Min.(265 Sg.)
FranciscoJesus manjon mostazo	29	Examen Alonsky Bloque2 - Anatomia Radiológica-Abdomen	3	20%	0,75 Min.(45 Sg.)
MariaCristina Teruel Garrido	29	Examen Alonsky Bloque2 - Anatomia Radiológica-	3	20%	15 Min.(900

Figura IV.25. Panel informativo del ranking global del juego agrupado por sub-bloques y ordenado descendientemente por los mejores resultados en los test de evaluación.

Como podemos observar en el juego radiológico *Alone in the Sky* se implementa su sistema gamificado completo apoyado por el sistema informático. El *Sistema Alonsky* ha implementado framework para el desarrollo de sistema de juegos que hacen uso de técnicas de gamificación completas en las que se fomenta jugando el aprendizaje y la competencia entre los jugadores/usuarios del juego.

IV.7. Análisis de accesos al juego *Alone in the Sky*

El análisis de trazas ha permitido identificar 11 jugadores/usuarios³⁴ que han efectuado la siguiente visualización de contenidos:

- En 126 ocasiones se visualizaron contenidos formativos o evaluadores.
- En 10 ocasiones se visualizaron la información sobre el curso (IdEE=1)
- En 24 ocasiones visualizaron la información (paneles formativos).

En cuanto al acceso al juego:

- 5 usuarios no llegaron a jugar.
- 3 de los jugadores accedieron a todas las salas.
- 3 de los jugadores no pasaron de la Sala 1 (Anatomía Radiológica).

En cuanto a la evaluación de contenidos formativos se efectuó:

- Se examinaron en 13 ocasiones del bloque1 (Anatomía del Tórax).
- Se examinaron en 19 ocasiones del bloque2 (Anatomía del Abdomen).
- Se examinaron en 7 ocasiones del bloque3 (Anatomía MSK).
- Se examinaron en 7 ocasiones del bloque4 (Semiología del Tórax).
- Se examinaron en 2 ocasiones del bloque5 (Semiología del Abdomen).
- Se examinaron en 2 ocasiones del bloque6 (Semiología MSK).
- Se examinaron en 16 ocasiones se abortaron las evaluaciones (examen tipo test).

Globalmente solo un usuario completo o finalizo el juego/curso.

³⁴ Estos usuarios incluyen los cinco usuarios-probadores-beta, el autor de esta tesis y el director, cada uno con dos avatares distintos y dos visitantes que accedieron por azar y se inscribieron.

V. DISCUSIÓN

La educación médica ha de encarar retos difíciles en el siglo XXI, entre ellos un elevado número de estudiantes que se incorporan a la misma, que ha aumentado la demanda de más horas de trabajo de los profesores, con el resultado de disponer de menor tiempo para la enseñanza en sí [Ruiz y cols. 2006]. Estos estudiantes, en la actualidad tienen alrededor de 20 años de edad y pertenecen a la “*generación gamer*”, pues hablan el lenguaje digital de los ordenadores, videojuegos, reproductores de DVD, dispositivos móviles, e-Bay, Ipod, Internet, etc [Holloway y Valentine 2003]. Son los también llamados “*nativos digitales*” [Prensky 2001]. La “*generación gamer*” tiene un estilo cognitivo caracterizado por la multitarea mientras juegan y un aprendizaje caracterizado por la aproximación a la exploración y descubrimiento mientras aprenden, con una relativa corta expansión de la atención [Alaskawa y Gilbert 2003] [Bain y Newton 2003] [Prensky 2005]. En los entornos lúdicos los estudiantes juegan primero, entienden después y entonces generalizan lo aprendido para aplicarlo a nuevas situaciones [Saethangand y Kee 1998]. Por ello, los juegos de video y de ordenador son un perfecto mecanismo de aprendizaje para este grupo [Prensky 2006].

El modelo de aprendizaje basado en mundos virtuales ha nacido prematuramente desde un punto de vista tecnológico. Actualmente su uso empieza a ser factible dada la potencia y coste del hardware gráfico existente en el mercado doméstico, así como la mejora en términos de velocidad de las redes de comunicación comerciales para el consumidor medio. La potencia gráfica y rapidez de las redes de comunicaciones son condiciones necesarias para que el proceso educativo se lleve a cabo con unas mínimas garantías de éxito. El modelado tridimensional y la interconexión de elementos necesarios para un desempeño aceptable de los mundos virtuales requieren disponer de potencia suficiente para que la experiencia docente sea satisfactoria. Los problemas de renderización y retrasos en las comunicaciones (lags) que puedan producirse en el mundo virtual en Second Life hacen que la experiencia educativa se deteriore en gran medida llegando a producirse situaciones de abandono y por tanto fracaso de la misma.

La facilidad, fluidez y sencillez es fundamental para que el alumno-consumidor repita la experiencia. La estabilidad del proceso educativo es un requisito fundamental e innegociable en la implementación del proceso de formación basado en mundos virtuales inmersivos como Second Life.

Un juego es una situación artificial o ficticia gobernada por reglas que estructuran la acción con el objetivo de ganar o conseguir una meta o superar un obstáculo [Sauvé y cols 2007]. El juego diseñado en este trabajo, *Alone in the Sky*, cumple con dichas características. Además, está integrado en un contexto educativo, de forma que realiza el aprendizaje en el terreno cognitivo, concretamente de la radiología médica.

Los juegos suspenden las reglas de la realidad para usar las propias reglas del juego. En este trabajo se ha pretendido dotar al juego *Alone in the Sky* de reglas con cierta fantasía (teletransporte, saltos a espacios en el aire, etc.) y organizativas del juego en sí, como autorizaciones una vez superada cada etapa hasta completar un circuito de trabajo (acabar los 6 bloques educativos).

Aldrich [2005] identifica 5 tipos de géneros de juego, subrayando el hecho de que pueden ser mixtos:

1. Juegos de estrategia en tiempo real. El jugador maneja el concepto de exploración, construcción, defensa, logística y conquista.
2. First-Person shooters. EL jugador ve el mundo a través de los ojos de su contraparte en la pantalla (avatar).
3. Management SIMs/Good. Simulan los juegos de estrategia de la vida real, donde el jugador controla naciones o empresas.
4. Role-playing. El jugador gestiona una persona o un equipo a través de diversos retos o escenarios.
5. Massive Multiplayer On-line Role-playing games. Un mundo on-line persistente alberga un número ilimitado de jugadores tomando la actitud de first-person shooters o misiones o actividades de role-playing.

El juego diseñado en este estudio tiene características de este último en un contexto de First-person-shooters. Ciertamente, este tipo de juegos permiten desarrollar aprendizajes de alto nivel, incluyendo la resolución de problemas [Aldrich 2005].

Reproducir escenarios docentes convencionales de formación radiológica en pregrado en Second Life ha demostrado ser factible a lo largo de la experiencia adquirida en The Medical Master Island desde 2011 [Sendra 2015], incluso se ha demostrado que los alumnos aprenden en la misma medida que cuando se aprende en el escenario clásico [Rudolphi y cols 2015]. También se ha demostrado que los juegos de aprendizaje son factibles en este entorno [Aguado y cols. 2015], con el sobrecoste del tiempo invertido por el profesor en la coordinación, flujo de presentación de información, corrección de evaluaciones, y en general gestión de la información del juego.

La aproximación al proceso educativo planteada en este trabajo muestra una serie de aspectos interesantes, como la automatización de proceso de aprendizaje, el aumento de la productividad en la elaboración de contenidos, la atracción al consumo de contenidos educativos y la focalización del proceso educativo en la información. El objetivo es hacer más atractivo y rentable el planteamiento de enseñar jugando mediante técnicas de *gamificación*.

V.1. Características del presente proyecto

El aprendizaje basado en juegos, la *gamificación* o los juegos serios han aparecido como metodología docente en tecnología de información y comunicaciones que incluye la inmersión en mundos virtuales, en los que el estudiante adquiere presencia virtual [Joint Information Commitee 2007]. Se han realizado experiencias en Second Life de aprendizaje basado en juegos para la educación médica, empleando pacientes virtuales [Toro-Tronconis y cols. 2010]. Pero en nuestro conocimiento no se han realizado juegos competitivos multiusuarios con estudiantes de medicina, como la *League of Rays* [Aguado y cols. 2015] ni existe ningún diseño de juego de aprendizaje desasistido en Second Life como el desarrollado en este estudio, *Alone in the Sky*.

Alone in the Sky cumple las características para hacer un juego divertido, ya descrita en los años ochenta [Malone 1981] [Malone y Lepper 1987] antes del advenimiento de los ordenadores personales e Internet.

- Reto. El entorno no debe ser ni muy simple ni muy complicado.
- Control. Los jugadores deben sentir que sus acciones afectan al resultado.
- Curiosidad. El juego proporciona oportunidades de explorar de resultado impredecible.
- Fantasía. La percepción del jugador es parte del juego.

Alone in the Sky cumple las características de los programas educativos [Malone y Lepper 1987]:

- Objetivos claros a los que el estudiante encuentre sentido
- Estructuras de objetivos, múltiples y puntuaciones que le den al estudiante retroalimentación de progreso.
- Diversos niveles de dificultad que ajusten el juego a las habilidades del jugador.
- Elementos aleatorios de sorpresa.
- Fantasía emocional y metáforas que se relacionen con las habilidades del juego.

Aprender en mundos virtuales inmersivos comienza a tener un amplio rango de usos y aplicaciones [De Freitas 2006]. Se han realizado otros intentos de conectar Second Life y la Web, como el proyecto SOODLE, que intenta incluir las prestaciones de una plataforma Moodle en el entorno inmersivo de Second Life [Livingstone y Bloomsfield 2010]. Second Life proporciona un espacio en el que pueden crearse juegos y la infraestructura para diseñar aprendizaje basado en juegos abiertos, inmersivos y tridimensionales [Toro-Troconis y cols. 2010]. Nuestro proyecto ha aprovechado estas posibilidades para crear un entorno desasistido, controlado desde fuera por un programa informático. Al igual que en el trabajo de Toro-Troconis y cols. [2010] en nuestro juego hay una interrelación entre un servidor Web, una base de datos externa y las acciones en Second Life, pero *Alone in the Sky*, el usuario realiza todas las acciones in-world, por lo que el proceso dentro-fuera es invisible para él. Piensa que está ejecutando el juego en Second Life y no sabe nada de si existe un programa informático que gobierna el juego.

V.1.1. Automatización del proceso de Aprendizaje.

La automatización del proceso de aprendizaje se logra articulando mecanismos de automatismo basados en un sistema de información que controla todo el proceso de forma independiente, sin apenas intervención del usuario-alumno y con la mínima intervención necesaria del creador de contenidos, lo que facilita y atrae su uso por parte de los actores del proceso educativo.

El propio sistema de información se encarga de la automatización de la gestión de aquellos datos necesarios para su funcionamiento implementado la lógica de negocio haciendo uso de bases de datos y aplicaciones que hacen uso de ella.

El funcionamiento transparente y en segundo plano libera al usuario del conocimiento de la propia plataforma de aprendizaje, que al contrario de los LMS comentados con anterioridad en la introducción, hacen muy atractivo su uso al simplificar el conocimiento de la herramienta de aprendizaje.

Exceptuando el conocimiento de ciertos procesos básicos como el alta en la plataforma y uso de los elementos educativos utilizados en el proceso educativo y la forma en que se interactúa con ellos el conocimiento de la plataforma experimental de aprendizaje creada es totalmente desconocida para el usuario-alumno. Si a esto último añadimos que la sensación de uso se asemeja bastante a un video juego basado en un mundo alternativo al real, la percepción de que se está aprendiendo se enmascara con la diversión de explorar escenarios en lo que se incrusta información de interés para el usuario-alumno.

V.1.2. Productividad en el Proceso de Construcción.

En cuanto a la productividad, el diseño propuesto para la construcción de elementos educativos facilita la labor al profesor-administrador-creador al establecerse una forma estandarizada y fija de creación.

El uso de dos tipos de elementos educativos, uno para exponer información y otro su evaluación en forma de examen, simplifica el proceso de creación, construcción y uso necesarios para el aprendizaje.

La construcción de elementos educativos se basa en contenidos multimedia embebidos en páginas web. Si el elemento es de exposición en el proceso educativo se limitara a su exposición al usuario-alumno de forma que este accederá solo a aquellos contenidos para los que está autorizado, siendo el propio alumno quien controle el flujo de información que se muestra de forma similar a como se visualizaría en una página web. En cambio si el elemento educativo es del tipo evaluador, el proceso de avance en la información y su evaluación es controlado por el propio sistema de información, registrando los resultados y controlando el proceso de aprendizaje.

En ambos casos, al estar estandarizados los procesos de exposición y evaluación la replicación de contenidos es relativamente fácil aún para docentes con cualificación técnica limitada. Con solo tener unos conocimientos básicos de construcción de páginas web y unos conocimientos mínimos sobre la configuración de los elementos, el montaje de un curso se realizaría con relativa facilidad.

V.1.3. Exposición de los Contenidos Formativos.

Otro de los aspectos más relevantes de este trabajo es la forma en que se exponen los contenidos formativos. Innumerables características determinan el formato de cualquier producto que se consuma. El formato de la información, en la mayoría de las situaciones, es un factor de éxito determinante en el proceso de formación aplicable a todos los campos en las ciencias de la educación. Tamaño, peso, disponibilidad, coste, facilidad de uso, etc.

En este trabajo, se han fomentado ciertos factores considerados más determinantes para el éxito de un producto formativo puesto a disposición del alumno, como una presentación gráfica de alta calidad, necesaria además dada la tipología especial de la enseñanza radiológica. Pero sobre todo se ha fomentado la inmersión en la propia

información, para ello se ha usado un mundo virtual alternativo al real en que se disponen de herramientas multimediales que simulan el comportamiento del mundo real.

V.1.4. Focalización en la Información a Difundir.

Desde la enseñanza clásica a la interactiva basada en LMS, el docente y la plataforma en la que se exponen los contenidos tienen una especial incidencia en el proceso educativo. En este trabajo se ha pretendido eliminar la figura del docente, haciendo hincapié en la información como elemento clave del aprendizaje.

En este trabajo se ha focalizado el proceso educativo en el contenido de la información, para alcanzar esta meta se ha propuesto una forma de aprender donde lo principal es la información y la forma en que se expone, obviando otros aspectos como el contacto con el profesor o con otros compañeros, estableciendo rutas individuales programadas de acceso a la información y evaluación de conocimiento.

Es decir, se han establecido caminos formativos virtuales e inmersivos que facilitan al usuario-alumno los pasos a seguir para alcanzar las metas formativas establecidas por parte del docente-creador, evitando, facilitando y simplificando el propio proceso educativo, pero sobre todo eliminando aquello innecesario para el consumo de la información en sí mismo.

V.1.5. Optimización del Proceso de Evaluación.

Aparte de facilitar el aprendizaje al alumno se han estudiado formas de optimizar el proceso de evaluación disminuyendo la carga de trabajo al docente-emisor-productor de la información a asimilar por parte del alumno-usuario.

El feedback educativo crece geométricamente cuando el número de alumnos aumenta. Si además se incrementa la información a enseñar el crecimiento es exponencial. En determinadas situaciones la tarea de evaluación puede llegar a ser tan penalizadora que su ejecución se deteriora hasta niveles no aceptables, máxime cuando el desempeño profesional del alumno-usuario es crítico como en el caso de estudios en medicina. Para superar este reto se plantea un sistema automático de evaluación que

relaciona los elementos educativos que muestran el contenido docente con una batería de preguntas en forma de test. Este proceso de asociación es llevado a cabo por el constructor de contenidos y básicamente lo que hace es relacionar la información expuesta con una serie de preguntas y opciones posibles. Para el consumidor de contenidos es transparente, pero la construcción del proceso es elaborada y requiere un alto grado de conocimiento técnico de la materia radiológica. Sin embargo, el proceso está estandarizado y apoyado por el sistema informático que da soporte al proceso educativo.

La principal ventaja de este sistema evaluador automático reside en el hecho de que la tarea de evaluación es repetitiva, basándose en un conjunto de preguntas-repuestas en forma de test.

V.1.6. Apertura y Estandarización del Proceso Educativo.

La estandarización del modelo de proceso educativo expuesto permite la externalización del proceso de creación de contenidos.

El sistema de creación de contenidos controlado por el sistema información dota al proceso de creación de la capacidad hacerlo abierto (OPEN), al estandarizar el proceso educativo. Hacerlo abierto lo dota de la capacidad de que otros creadores externos puedan publicar sus contenidos de forma simple y reglada.

El sistema de información que controla el proceso educativo hace uso de estructuras de datos y proporciona servicios abiertos, de forma que la apertura a creadores externos es técnicamente factible. Así mismo, el diseño abierto ha permitido que la creación de contenidos sea una tarea relativamente fácil, pero además le confiere la capacidad de orientar la formación a otras disciplinas, radiológicas y médicas o no, con una implementación del cambio relativamente fácil de ejecutar.

Como posible aplicación futura del diseño OPEN la socialización de contenidos es relativamente fácil de implementar, permitiendo establecer una red social de creadores y consumidores de contenidos, inclusive abre la posibilidad a la comercialización de contenidos.

V.1.7. Dificultades Técnicas.

En el desarrollo de este trabajo han surgido una serie de inconvenientes en la producción del software que controla la lógica de negocio, en definitiva en el desarrollo del sistema de información. Estos inconvenientes han modificado las líneas de trabajo originariamente planteadas, teniendo que realizarse un esfuerzo adicional a la hora de resolver determinados subproblemas mediante el software del sistema de información.

La primera sorpresa fue comprobar que la documentación existente para la programación de scripts en Second Life no era abundante y casi toda en inglés. Se encontró muy poca en español, y la encontrada era tan de escasa profundidad en términos técnicos que no sirve para un desarrollo con cierta complejidad como en este caso. Sin embargo, lo peor fue comprobar que gran parte de esta información estaba desactualizada y obsoleta, además de estar muy vinculada con la versión del visualizador (viewer) que Linden Labs pone a disposición de los usuarios-avatares del mundo virtual.

Otra sorpresa no deseada fue comprobar que el modelo de desarrollo dentro del mundo virtual Second Life es un híbrido entre la programación orientada a eventos embebida en una máquina de estados. Ambos modelos de programación ya tienen de por sí una serie de características particulares que complica la resolución de ciertos problemas, siendo el principal de ellos garantizar la linealidad y secuenciar las ordenes a ejecutar para resolver un problema. La combinación de ambos modelos de programación ha resultado letal en algunas situaciones en la que el código debía de ejecutarse obligatoriamente secuencialmente y no estaba garantizada esta linealidad de ejecución. Si a este problema le unimos que la ejecución del código puede fallar silenciosamente, el gran obstáculo a superar en el desarrollo del software que compone el sistema de información que controla el proceso educativo fue determinar la combinación de ordenes en el código script LSL. En sí, más que la complejidad del código fue determinar que secuencias son las que funcionaban a la hora de resolver un determinado subproblema.

Otro inconveniente encontrado fue familiarizarse con el aprendizaje en los entornos de desarrollo del mundo virtual Second Life. En las fases iniciales se realizaron una serie de pruebas de conceptos que tenían el objetivo de comprobar su funcionamiento

real, esto es, verificar si determinados planteamientos a la solución a determinados subproblemas eran viables, válidos y utilizables. Resueltos los subproblemas, el sistema de información se crearía uniendo los distintos códigos que los solucionan. Resolverlos en sí no fue especialmente complejo, así por ejemplo, el primero de ellos fue la construcción del código necesario para transportar, teleportar en terminología de Second Life, un avatar desde unas coordenadas tridimensionales a otra en la que se encuentran los elementos educativos que componen el proceso educativo. Esa operación resulta ser muy básica, sin embargo, conceptualmente hablando no puedes desplazar un usuario-avatar de forma directa salvo en determinados casos muy concretos como la expulsión del mundo virtual y siempre por un script cuyo creador es el propio dueño de la isla, en definitiva, el que tiene más privilegios. Sirva como ejemplo el detalle de que esta acción de forzar el desplazamiento de los usuarios no se explica en ninguna documentación de forma clara y concisa, llegando a esta conclusión por mecanismo de observación y análisis de códigos scripts de ejemplo.

Uno de los problemas encontrados más difíciles de resolver en los desarrollos fue la diferenciación de los fallos reales del código script y los provocados por el propio mundo virtual dentro del visualizador (Viewer). La velocidad de la conexión a internet, la afectación de la potencia gráfica del computador en el renderizado del visor del mundo virtual, los fallos de funcionamiento de los servidores del mundo virtual Second Life en los laboratorios de Linden Labs, el desfase temporal (lag) de lo visualizado con las operaciones realizadas en el mundo virtual, la ejecución silenciosa de los errores de programación, etc., hacen que los desarrollos software deban de ser codificados finamente para que el usuario no desarrollador pueda determinar con ciertas garantías el origen de los problemas de ejecución. Durante la fase de desarrollo muchos de las situaciones erróneas se solucionaban simplemente volviendo a validar en el mundo virtual lo que en definitiva consistía en reiniciar el visor.

La realidad es que existen muchas fuentes de información y base de códigos-ejemplos, lo que en teoría debería ser suficiente para abordar cualquier desarrollo. Sin embargo, su desactualización, obsolescencia, cambios de versiones en visores y librerías, sistema de permisos complejo y funciones script no documentadas en términos de

completitud de funcionamiento tiene como efecto colateral que la complejidad del desarrollo se encuentre en determinar la secuencia correcta de órdenes, y que este sea el principal escollo a superar en la resolución técnica de los problemas.

V.2. El Futuro.

La continuidad inmediata de este trabajo es indudablemente, realizar un estudio protocolizado con multiusuarios, pueden participar estudiantes de medicina hispanoparlantes de todo el mundo, pues al ser un entorno desatendido se puede acceder a él en cualquier franja horaria. En dicho estudio habría que aplicar algún cuestionario de evaluación que tuviera una parte específica sobre juegos de aprendizaje, como el de Bonnano y Kommers [2008] “My feelings when playing games”, que consta de 21 apartados, 6 del campo afectivo, 5 sobre utilidad, 6 sobre percepción de control y 4 sobre simulación. O bien realizar una mezcla de éste y los cuestionarios empleados en otras experiencias previas en Second Life [Sendra 2015].

Incluso sería interesante plantear la identificación del tipo de usuario incluida en el cuestionario, pidiéndole al usuario que definiera que tipo de jugador considera que es [Wallace y Robbins 2006] a fin de estudiar posibles interrelaciones con la apreciación sobre nuestro juego:

- *Hardcore Gamer*. Extremadamente competitivos. Juegan juegos de mucha acción.
- *Core Gamer*. Son competitivos. Juegan juegos que requieren cierto nivel de experiencia.
- *Casual Gamer*. Son poco competitivos. Juegan por diversión y relajación.

En otro orden de cosas, las posibilidades de ampliación de este estudio son variadas. Si bien existen proyectos y estudios sobre el aprendizaje basado en juegos en entornos inmersivos [Peachey y cols. 2010], la investigación en el proceso de aprendizaje desatendido, inmersivo y basado en juegos está muy poco explorada actualmente y prácticamente virgen en el campo de la biomedicina. Las aplicaciones posibles de esta

línea de trabajo son amplias y extensibles a muchas ramas del saber, tanto dentro de la enseñanza médica como en otras disciplinas no médicas. El componente multimedia en los mundos virtuales es uno de sus puntos fuertes, su aplicabilidad estaría más orientada a disciplinas cuyo aprendizaje aproveche en mayor medida el componente visual, si bien no tendría que ser una limitación en su uso.

Centrándonos en este estudio, la creación de elementos educativos más interactivos y complejos parece ser una línea de trabajo interesante de explotar en el futuro. Un ejemplo podría ser la implementación pizarras digitales como elemento de exposición de contenidos y dispositivo control de marcado de zonas o con mapeado de soluciones como elemento evaluador..

Los entornos inmersivos 3D tienen posibilidades educativas demostradas [Peachey y cols. 2010], pero explorar nuevas interfaces de comunicación humana podría ser una nueva línea de investigación innovadora. Actualmente empiezan a estar disponibles en el mercado a coste razonables nuevos dispositivos de visualización como la Oculus-Rift³⁵, HTC Re Vive³⁶ y las HoloLens de Microsoft³⁷. Estos dispositivos proporcionarían nuevos elementos de inmersión en el mundo virtual de Second Life y una nueva experiencia inmersión virtual. También podría ser interesante explorar nuevas vías de control de movimiento dentro del mundo virtual usando nuevos dispositivos como el Kinect de Microsoft³⁸, mandos inalámbricos HTC Re Vive³⁹ y Leap Motion⁴⁰.

Una combinación interesante sería conectarlo con otro tipo de sistemas de información como los sistemas expertos de Inteligencia Artificial (IA), resolución de problemas de programación dinámica con MathLab, etc., mediante la conexión con Internet vía HTTP es más que factible y posible, de hecho es el mecanismo utilizado para la interconexión con las bases de datos en que se apoya este sistema de información.

³⁵ <https://www.oculus.com/en-us/rift/>

³⁶ <http://www.elandroidelibre.com/2015/03/htc-re-vive.html>

³⁷ <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>

³⁸ <http://www.microsoft.com/es-xl/educacion/productos/kinect.aspx>

³⁹ <http://www.elandroidelibre.com/2015/07/estos-son-los-mandos-inalambricos-del-htc-re-vive.html>

⁴⁰ <https://www.leapmotion.com/>

La incorporación de un asistente de ayuda virtual en forma de Bot (robot) en Second Life facilitaría el proceso educativo además de dotarlo de un alto componente de interactividad.

La creación de una conexión real y física con elementos exteriores al mundo virtual vía prim-página web-webcam dotaría al entorno de una característica de realidad aumentada interesante de explotar.

Establecer de mecanismos colaborativos de publicación de otros docentes "expertos" foráneos, auditables, mediante la publicación y liberación de la aplicación de creación automática de contenidos del Anexo I, que junto con el establecimiento de un estándar de publicación, el proceso de creación de contenidos se automatiza y facilita a los publicadores foráneos.

También es muy interesante la incorporación de nuevos publicadores de información radiológica como streaming de video mediante canales de YouTube o servidores de videostreaming dotarían de nuevas capacidades de transmisión de información.

El coste de la implementación del proceso educativo en Second Life es un hándicap difícil de superar por el usuario medio. El coste de alquiler de la isla o zona de construcción solo es asumible por entidades e instituciones con cierta capacidad económica no comprable con los creadores y constructores existentes en potencia. El Abaratamiento del coste constructivo constituye el principal problema a resolver para un uso intensivo de los mundos virtuales inmersivos como alternativa docente o forma de aprender alternativa. Por ello, otra posible vía de exploración podría ser la migración de contenidos de este proyecto a entornos no comerciales como OpenSimulator⁴¹, actualmente en versión alfa. OpenSimulator hace uso de los mismos protocolos usados en Second Life por lo que la migración del sistema de información que controla el proceso educativo expuesto en este trabajo puede ser una interesante vía de abaratamiento de los costes de uso de esta experiencia educativa. Además, al disponer del código fuente podría

⁴¹ http://opensimulator.org/wiki/Main_Page

realizarse cierta innovación al poder alterarse con fines educativos y aplicables a la enseñanza en entornos virtuales inmersivos que actualmente no puede realizarse en entornos virtuales comerciales y privativos como Second Life.

V.3. Consideraciones finales.

El juego *Alone in the Sky* se desarrolla en la zona de la Medical Master Island dentro de Second Life de forma autónoma y transparente 24 horas los 365 días del año debiendo coexistir con las restantes actividades formativas de la isla radiológica. Este hecho ha supuesto que hayan tenido que implementarse mecanismos de restricción de acceso al juego e independización entre las actividades formativas para evitar colisiones entre ellas que pueden provocar efectos indeseados e incontrolados. La forma utilizada para independizarlas ha sido ubicar la formación en altura respecto a la superficie de la isla, implementar mecanismos de registro de jugadores y limitación de accesos a los contenidos formativos radiológicos que el juego pone a disposición de sus jugadores. En definitiva, el acceso al juego está controlado por unas reglas que impiden que otros usuarios de la isla puedan acceder a los contenidos formativos radiológicos. El acceso indebido a los mismos lanzara procesos de expulsión de las zonas en donde el juego se desarrolla de aquellos usuarios no autorizados a estar al tener la consideración de intrusos. Esta expulsión producirá que sean teleportados a su base como usuario de Second Life. El usuario no podrá visualizar la oferta formativa radiológica si no sigue el proceso de acceso establecido para usar el juego. Sin embargo, si está en las zonas donde se desarrolla el juego si podrá ver como los jugadores juegan, al menos, hasta que no se ejecute la expulsión del intruso. En resumen, si en un momento determinado un usuario de la isla es expulsado se debe a que no es un jugador autorizado y esta expulsión puede ocurrir en pocos segundos o que se demore pero con casi toda probabilidad ocurrirá.

Una consideración importante es que la formación radiológica es individualizada. Si bien el juego es multiusuario no lo es el proceso educativo. Con esto lo que se quiere indicar es que cada elemento educativo (panel informativo o evaluador) solo puede ser usado por un único jugador al mismo tiempo. Esta condición se debe a que uno de los aspectos principales del juego es que la formación es guiada y por tanto debe

quedar registrada toda actividad formativa del jugador para que el sistema informático pueda determinar con exactitud por donde va el jugador en el itinerario formativo. Esto significa que un elemento educativo (panel formativo o evaluador) debe de ser tomado, usado y liberado únicamente por un jugador ya que internamente su actividad formativa debe de ser registrada por el sistema informático. Si el uso no es limitativo o se podría determinar que usuario/jugador dentro del mundo virtual realmente es quien está siendo formado en términos radiológicos. En resumen, si dos jugadores se dirigen a un elemento educativo solo a uno de ellos le será registrado su desempeño, aunque el otro "participe" en la actividad formativa. El que primero llega y lo toca es quien será registrado, por tanto, es multiusuario pero no colectivo.

Otra consideración importante es que la formación es guiada. ¿Qué ocurre si no seguimos el orden? Los propios elementos educativos restringen el acceso a sus contenidos de forma que si no se sigue las secuencias programadas en el itinerario formativo simplemente o te deja mostrando un mensaje como la siguiente imagen:

En resumen, el juego *Alone in the Sky* controla y guía de forma individualizada el proceso formativo en anatomía y semiología radiológica de tórax, abdomen y musculoesquelético, aspectos muy importantes en la formación de un estudiante de medicina.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Se ha creado un juego desasistido en el entorno inmersivo 3D de Second Life para aprender anatomía y semiología radiológica, al que el usuario puede acceder mediante su avatar sólo tras darse de alta.
- 2) El juego está organizado en seis etapas que contienen elementos educativos con información que ha de visualizarse durante un tiempo mínimo y elementos de evaluación que se deben superar para acceder a la etapa siguiente.
- 3) La automatización del proceso de aprendizaje durante el juego se logra mediante un sistema de información que controla todo el proceso de forma independiente, sin apenas intervención del usuario y con una mínima intervención del profesor creador de contenidos.
- 4) El sistema de información conecta los contenidos alojados en la Web y la base de datos donde se registran los eventos que suceden dentro del mundo virtual. El funcionamiento y conexión dentro-fuera es invisible para el usuario-jugador, que actúa siempre en Second Life con la sensación de uso similar a un videojuego basado en un mundo alternativo al real.
- 5) El juego, denominado *Alone in the Sky*, es multiusuario pero no colectivo, pues controla y guía de forma individualizada el proceso formativo. Ha sido evaluado por cinco usuarios, alumnos de medicina, probadores-beta, cuyas aportaciones han permitido corregir los fallos de funcionamiento detectados e implementar mejoras estéticas. Los cinco usuarios han encontrado útil esta metodología de aprendizaje.
- 6) Los juegos de aprendizaje son factibles en Second Life, pero tienen un sobrecoste de tiempo invertido por el profesor en coordinar y gestionar el flujo de información durante los mismos. La aproximación de este estudio automatiza el proceso de gamificación, lo que reduce este aspecto negativo y repercute en un incremento del alcance potencial a un mayor número de usuarios.
- 7) Al estar estandarizados los procesos de exposición de contenidos y evaluación, la replicación del juego es relativamente sencilla de hacer, para construir variantes de otro tipo de contenidos u otro nivel de dificultad.

VII. BIBLIOGRAFIA.

1. [Abad Liñán 2015] Abad Liñán JM. (2015). Hay vida después de ‘Second Life’. El País – Tecnología. 29 mayo 2015. [Fecha de consulta: 31/10/2015].
http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2015/05/11/actualidad/1431335151_970268.html
2. [Adell 2012] Adell F. (2012), Cultura Digital, Redes. Mundos Virtuales y Entornos Educativos Complejos, UOC. PP: 5-15. [Fecha de consulta: 23/10/2015].
<http://mosaic.uoc.edu/2012/11/28/mundos-virtuales-y-entornos-educativos-complejos/>
3. [Aguado y cols. 2015] Aguado Linares P, Rudolphi Solero T, Lorenzo Álvarez R, Sendra Portero F. League of Rays: Un juego competitivo 3D para aprender Radiología. I Congreso de Radiología para Estudiantes de Medicina. Málaga, 1 y 2 de octubre de 2015. Libro de resúmenes, p.:41. [Fecha de consulta: 29/10/2015].
<http://www.biznaga.org/ICongresoEstudiantes/Libro-de-resumenes.pdf>
4. [Aldrich 2005] Aldrich C (2005) Learning by Doing. Pfeiffer, San Francisco.
5. [Algarra 1999] Algarra García José (1999). Tesis Doctoral: Una Aplicación Multimedia para la Docencia de la Tomografía Computerizada del Tórax.
6. [Asakawa y Gilbert 2003] Asakawa T, Gilbert N (2003) Synthesizing experiences: Lessons to be learned from internet mediated simulation games. *Simulation & Gaming* 34(1):10–22.
7. [Álvarez García y cols. 2012] Álvarez García María del Pilar, Anguiano Javier, Benedí Javier, Bey Navarro Alfonso, Bisbal Jaime, Bolumar Reyes, Borderías Javier, Crespo Bernardo, García Antonio, Hernández Rafael, Iniesta Miguel Angel, Bartolomé Beatriz Lara, López Carmen, Marrodán Ciorcia Marcos, Martin Luz, Martin Manjón Ricardo, Martin Valentín Samuel, Morón Alvaro, Moure Manolo, Jay Reinemann Jay, Sánchez Alicia, Sebastián Javier, Soria Marcelo, Vinacua Gustavo, Shan Ggu ‘Phil’ Yin (2012), BBVA. Gamificación, El Negocio de la Diversión. PP: 4-7.

8. [Bain y Newton 2003] Bain C, Newton C (2003) Art games: Pre-service art educators construct learning experiences for the elementary art classroom. *Art Education* 56(5):33–40.
9. [Baños y cols. 2014] Baños González Miguel, Rodríguez García Teresa C., Rajas Fernández Mario (2014), Universidad Rey Juan Carlos. *Mundos Virtuales 3D para la Comunicación e Interacción en el Momento Educativo Online. Historia de la Comunicación Social, Volúmen19, N° Especial Enero 2014.* 419-426.
10. [Boneu 2007] Boneu JM. (2007), UOC. Plataformas Abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RUSC (4) N°1 ISSN1698-580x*.PP: 37-44.
11. [Bonnano y Kommers 2008] Bonnanno P, Kommers MPA (2008) Exploring the influence of gender and gaming competence on attitudes towards using instructional games. *British Journal of Educational Technology* 39(1):97–109.
12. [Castaño y cols. 2009] Castaño Garrido C, Cabero Almenara J, Palacio Arko G, Barroso Osuna J, Romero Tena R, Maiz Olazabalaga I, Román Graván P, Llorente Cejudo M C, Bustillo Bayón J, Jiménez Arrieta O. (2009), Ministerio de Ciencia e Innovación y Ministerio de Educación. *Enseñanza y Aprendizaje en Entornos e-learning en Mundos Virtuales Centrados en el Alumnado.* Pp: 6-100.
13. [Clarenc y cols. 2013] Clarenc, CA, Castro SM, López de Lenz C. Moreno ME, Tosco B. (2013). *Analizamos 19 plataformas de eLearning: Investigación colaborativa sobre LMS.* Grupo GEIPITE, Congreso Virtual Mundial de e-Learning. [Fecha de consulta: 23/10/2015]
<http://cooperacionib.org/191191138-Analizamos-19-plataformas-de-eLearning-primera-investigacion-academica-colaborativa-mundial.pdf>
14. [Castronova 2001] Castronova, E. (2001). *Virtual Worlds: A First-Hand Account of Market and Society on the Cyberian Frontier* (December 2001). CESifo Working Paper Series. N° 618. [Último acceso 4/11/2015]
<http://ssrn.com/abstract=294828>
http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=294828
15. [De Freitas 2006] De Freitas S (2006) *Learning in immersive worlds – A review of game-based learning.* JISC e-Learning Programme. [Último acceso 9/11/2015]
http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/elearninginnovation/gamingreport_v3.pdf

16. [Díaz Cruzado y Troyano 2013] Díaz Cruzado J, Troyano Rodríguez Y (2013), El potencial de la gamificación aplicado al ámbito educativo. Universidad de Sevilla [Acceso el 31/10/2015]
<https://fcce.us.es/sites/default/files/docencia/EL%20POTENCIAL%20DE%20LA%20GAMIFICACION%20APLICADO%20AL%20AMBITO%20EDUCATIVO.pdf>
17. [Fernández Ramos 2011] Fernández Ramos, Ana María (2011). Tesis Doctoral. TRIPA-TC: desarrollo de una aplicación multimedia para la enseñanza de la TC abdomino-pelvica. Universidad de Málaga
18. [Gartner 2011] Gartner (2011). Gartner Predicts Over 70 Percent of Global 2000 Organisations Will Have at Least One Gamified Application by 2014. Press Release, Barcelona, Movember 9 2011. [Último acceso 4/11/2015].
<http://www.gartner.com/newsroom/id/1844115>
19. [Gartner 2015] Gartner (2015). Gartner's 2015 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies the Computing Innovations That Organizations Should Monitor 2015 Hype Cycle Special Report Illustrates the Market Excitement, Maturity and Benefit of More Than 2,000 Technologies. [Último acceso 4/11/2015].
<http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217>
20. [Holloway y Valentine 2003] Holloway SL, Valentine G (2003) Cyberkids: Children in the Information Age. Routledge, London.
21. [Joint Information Systems Committee 2007] Joint Information Systems Committee. (2007). Game-Based Learning. E-learning Innovation Programme, Briefing Papers. [Último acceso 9/11/2015]
http://www.jisc.ac.uk/publications/publications/pub_gam_ebasedlearningBP.aspx
22. [Kapp 2012] Kapp KM. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education. ISBN: 978-1-118-09634-5
23. [Kaye 2010] Kaye E (2010) The Blue Book: A Consumer Guide to Virtual Worlds and Social Networks Guide Listings Brief Descriptions Links Categories. Published by The Association of Virtual World [Último acceso 31/10/2015].
<http://interactivemedia.bradley.edu/ell/im350/AVW-The-Blue-Book-Nov-2010.pdf>
24. [Livingstone y Bloomfield 2010] Livingstone D, Bloomfield PR (2010) Mixed-methods and mixed-worlds: engaging globally distributed user groups for extended evaluation and studies. En Peachey

- A, Gillen J, Livingstone D, Smith-Robbins S. (eds.). Researching learning in virtual worlds. Human Computer Interaction Series. Springer London. The open University. Pp: 149-176.
25. [M2 Research 2011] M2 Research Advisory Group (2011). Gamification Market to Reach \$2.8 Billion in US by 2016, According to New Findings. Gammificatin Summit. New York City – September 2011. [Último acceso 4/11/2015] <http://m2research.com/gamification.htm>
26. [Malone 1981] Malone T (1981) Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science* 4:333–369
27. [Malone y Lepper 1987] Malone TW, Lepper MR (1987) Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. In: Snow RE, Farr MJ (Eds) *Aptitude, Learning and Instruction: III. Conative and Affective Process Analyses*. Erlbaum, Hillsdale, NJ.
28. [Manovich 2005] Manovich L. (2005). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación: La imagen en la era digital*. Barcelona: Paidós. Pp: 347
29. [Márquez 2011] Márquez, IV. (2011): *La simulación como aprendizaje: educación y mundos virtuales*". En Ortega, Félix y Cardeñosa, Laura (ed.): *Nuevos medios, nueva comunicación*. Salamanca. II Congreso Internacional Comunicación 3.0. Pp:2-10.
30. [Matas y Ballesteros 2010] Matas Terrón A, Ballesteros Moscosio MA. (2010), *Aprendizaje en Mundos Virtuales*. I Encontro Internacional TIC e Educaçao. Lisboa. PP: 1045-1050. [Último acceso 4/11/2015] <http://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/4181/291.pdf?sequence=1>
31. [Miller 1975] Miller GE. (1975) *La enseñanza impartida a grupos numerosos*. En: *Estrategias Educativas para las Profesionales de la Salud*. Organización Mundial de la Salud, Cuadernos de salud Pública n° 61. Ginebra, Suiza. Pp:62-74
32. [Mugarra y Díaz 2004] Mugarra González CF, Díaz Chavarría M (2004). *La Radiología Digital: Adquisición de Imágenes*. En: *Monográfico Radiología Digital, N°45: Marzo de 2004*. Sociedad Española de Informática de la Salud (SEIS). Pp: 33-34. [Último acceso 3/11/2015] <http://www.conganat.org/SEIS/is/is45/>

33. [Mansfield 2008] Mansfield R. (2008). How to Do Everything With Second Life. McGrawHill. PP:3-9.
34. [Moretón 2015] Moretón J (2015). Gamification: Evidence on its effectiveness after de Hype [Fecha de consulta: 23/10/2015].
<http://gecon.es/gamificacion-evidencias-de-su-efectividad-despues-del-hype/>
35. [Navarro 2005] Navarro Sanchis, Eugenio L. (2005). Tesis Doctoral. Álbum de signos radiológicos. Aplicación multimedia con fines docentes sobre semiología radiológica. Universidad de Málaga
36. [Navarro y Sendra 2005] Navarro Sanchis, Eugenio L y Sendra-Portero, Francisco. (2005). Album of radiologic signs: a useful tool for training in radiologic semiology. Radiographics; 25: 257-262.
37. [Peachey y cols. 2010] Peachey A, Gillen J, Livingstone D, Smith-Robbins S. (2010). Researching learning in virtual worlds. Human Computer Interaction Series. Springer London. The open University. eISBN 978-1-84996-047-2.
38. [Pérez y cols. 2012] Pérez Martin J, Cortizo JC, Diaz del Dedo L, Jiménez S, Perez-Bermejo A, Muñoz Gallego JA, Martín Mora E, Sánchez D (2012), Universidad Europea de Madrid, Observatorio del Video Juego y de la Animación. PP: 3-14.
39. [Prensky 2001] Prensky M (2001) Digital Game-Based Learning. Paragon House, St Paul, Minnesota.
40. [Prensky 2005] Prensky M (2005) Adopt and Adapt: 21st-Century Schools Need 21st-Century Technology. Edutopia. [Último acceso 12/11/2015]
<http://www.digitaldivide.net/articles/view.php?ArticleID=786>
41. [Prensky 2006] Prensky M (2006) Don't Bother Me Mom – I'm Learning.... Paragon House, St Paul, Minnesota.
42. [Ray 2012] Ray Oscar (2012). Una docena de Plataformas Gratuitas de e-learning y Formación Online. [Último acceso 30/10/2015]
<http://unadocenade.com/una-docena-de-plataformas-gratuitas-de-elearning-y-formacion-online/>
43. [Rodríguez y Baños 2011] Rodríguez Teresa C., Baños González Miguel (2011), Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad

- Rey Juan Carlos. e-learning en Mundos Virtuales 3D, Una Experiencia Educativa en Second Life. PP: 42-50.
44. [Rojo y Pérez 2012] Rojo Ignacio y Pérez Alvaro (2012), DeustoSistemas. Gamificación: Como Lograr el Compromiso de Clientes y Empleados. Myslide.es [Último acceso 31/10/2015] <http://myslide.es/marketing/gamificacion-como-lograr-el-compromiso-de-clientes-y-empleados.html>
45. [Rudolphi y cols. 2015] Rudolphi Solero T, Lorenzo Alvarez R, Aguado Linares P, Sendra Portero F (2015). Seminarios de Radiología para estudiantes de Medicina en entornos virtuales 3D frente a seminarios convencionales: un estudio comparativo aleatorizado.. I Congreso de Radiología para Estudiantes de Medicina. Málaga, 1 y 2 de octubre de 2015. Libro de resúmenes, p.:39. [Fecha de consulta: 29/10/2015]. <http://www.biznaga.org/ICongresoEstudiantes/Libro-de-resumenes.pdf>
46. [Ruiz y cols. 2006] Ruiz J, Mintzer M, Leipzig R (2006) The impact of e-learning in medical education. IT in medical education. Academic Medicine 81(3):207–212.
47. [Saethang y Kee 1998] Saethang T, Kee CC (1998) A gaming strategy for teaching the use of critical cardiovascular drugs. Journal of Continuing Education in Nursing 29(2):61–65.
48. [Sauvé y cols. 2007] Sauvé L, Renaud L, Kaufman D, Marquis JS (2007) Distinguishing between games and simulations: A Systematic review. Educational Technology & Society 10(3):247–256. [Último acceso 11/11/2015]. http://www.ifets.info/journals/10_3/17.pdf
49. [Sendra 1992] Sendra Portero F (1992). Memoria de proyecto docente. Universidad de Málaga.
50. [Sendra 2010] Sendra Portero Francisco (2010). Enseñanza electrónica de Radiología en Pregrado: La experiencia de la Universidad de Málaga. en Juanes Méndez, J. A. (Coord.) Avances tecnológicos digitales en metodologías de innovación docente en el campo de las Ciencias de la Salud en España. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 11, nº 2. Universidad de Salamanca, pp. 117-146 [Fecha de consulta: 23/10/2015]. ISSN: 1138-9737 http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistat esi/article/view/7074/7107
51. [Sendra 2015] Sendra Portero Francisco (2015). Enseñanza de Radiología en entornos inmersivos 3D. I Congreso de

- Radiología para Estudiantes de Medicina. Málaga, 1 y 2 de octubre de 2015. Libro de resúmenes, p.:31. [Fecha de consulta: 29/10/2015].
<http://www.biznaga.org/ICongresoEstudiantes/Libro-de-resumenes.pdf>
52. [Sendra y Muñoz 2011] Sendra Portero Francisco, Muñoz Núñez Carlos Francisco (2011). Herramientas de Formación on-line en Radiología. *Radiología*. 2011; 53:498-505.
53. [Sendra y cols. 2012] Sendra Portero Francisco, Torales Oscar, de la Peña Fernández Lourdes, Alegre Bayo Nieves, Algarra García José. (2012) Reflexiones sobre el uso de clases de virtuales en la enseñanza de Radiología General. En A Nájera, E. Arribas, J. Pereira (Eds). *Innovación docente en Radiología y Medicina Física en las Universidades Españolas*. Creative Commons 3.0 España. ISBN: 978-1-4709-6422-1. Pp 125-135.
54. [Sendra y cols. 2013] Sendra Portero Francisco, Martín Montañez Elisa, Barón López Javier, Pavia Molina José (2013). El Proyecto 'The Medical Master Island': Explorando las Posibilidades del Aprendizaje Inmersivo 3D en Pregrado y Postgrado. En J. Pereira, A Nájera, E. Arribas, M. Arenas (Eds). *Actividades de innovación en la educación universitaria española*. Creative Commons 3.0 España. 2013. ISBN: 978-1-291-38912-8. Pp 193-204.
55. [Sendra y cols. 2013b] Sendra-Portero F, Torales O, Ruiz-Gómez MJ, Martínez-Morillo M. (2013b) A pilot study to evaluate the use of virtual lectures for undergraduate radiology teaching. *European Journal of Radiology*;82(5):888-93
56. [Senges y Cols.] Seneges M, Praus M, Bihir P. (2007). *Virtual Worlds, A Second Life beginner's guide*. UOC Summer University Course. Creative Commons License. [Acceso 31/10/2015]
http://florida.theorange grove.org/og/file/52ac65c1-0c7f-daba-4d84-fc87d07408f1/1/second_life.pdf
57. [Torales 2008] Torales Chaparro O. (2008). Tesis Doctoral: Diseño y Evaluación de una Aplicación Multimedia para la Enseñanza Radiológica a Alumnos de Medicina (AMERAM). Universidad de Málaga
58. [Toro-Troconis y cols. 2010] Toro-Troconis M, Meeram M, Higham J, Mellström U, Partridge M (2010) Design and delivery of game-based learning for virtual patients in Second Life: initial findings. En Peachey A, Gillen J, Livingstone D, Smith-Robbins S. (eds.). *Researching learning in virtual worlds*.

- Human Computer Interaction Series. Springer London. The open University. Pp:111-138.
59. [Valera 2012] Valera Mariscal J. F. (2013), Gamificación: El Juego como Vía de Desarrollo. Manager Forum RR.HH. SlideShare. [Último acceso 4/11/2015]
<http://es.slideshare.net/JuanJFValeraMariscal/gamificacion-y-recursos-humanos-managerforum-rrhh-juan-valera-2013>
60. [Villa 2007] Villa L. (2007) Grancomo: La vida virtual antes de Second Life. Weblog de Luis Villa sobre Espacios, Personas, Tecnología y Experiencias [Último acceso 30/6/2015].
<http://www.grancomo.com/2007/03/11/la-vida-virtual-antes-de-second-life/>
<http://proceedings.informingscience.org/InSITE2008/IISITv5p127-135Kluge459.pdf>
61. [Wallace y Robbins 2006] Wallace M, Robbins B, (Eds) (2006) 'IGDA 2006 Casual Games White Paper'. [Último acceso 10/11/2015]
http://www.igda.org/casual/IGDA_CasualGames_Whitepaper_2006.pdf
62. [Zichermann, Cunningham 2011] Zichermann G y Cunningham C (2011) Gamification by Design: Implementing Game Mechanics In Web and Mobile Apps. O'Reilly. ISBN-13: 978-1449397678

VIII. Manual de usuario – Anexo I.

Manual de Usuario del Juego *Alone in the Sky* (Alonsky Systems).

AI.1. Introducción.

El juego *Alone in The Sky* tiene como objetivo principal el aprendizaje y entrenamiento radiológico de estudiantes de medicina. Para ello hace uso del mundo virtual de Second Life como contenedor del juego desarrollándose en el área de la Medical Master Island. Este juego proporciona al jugador un circuito guiado de los contenidos radiológicos que lo integran y su evaluación posterior, de forma que se le facilita el aprendizaje evitando la dispersión a la hora de buscar contenidos, en definitiva, optimizando el proceso educativo. Igualmente, y de forma transparente, invisible para el jugador, la evolución de su partida queda registrada automáticamente y disponible para el creador o administrador del juego de forma que la interacción jugador-alumno y administrador-docente queda relegada a la mera administración del juego radiológico.

AI.2. Punto de Entrada al Juego.

En punto de entrada se encuentra ubicado en *The Game-based Learning Laboratory*, dentro de la *Medical Master Island*, como se muestra en la figura AI.1.

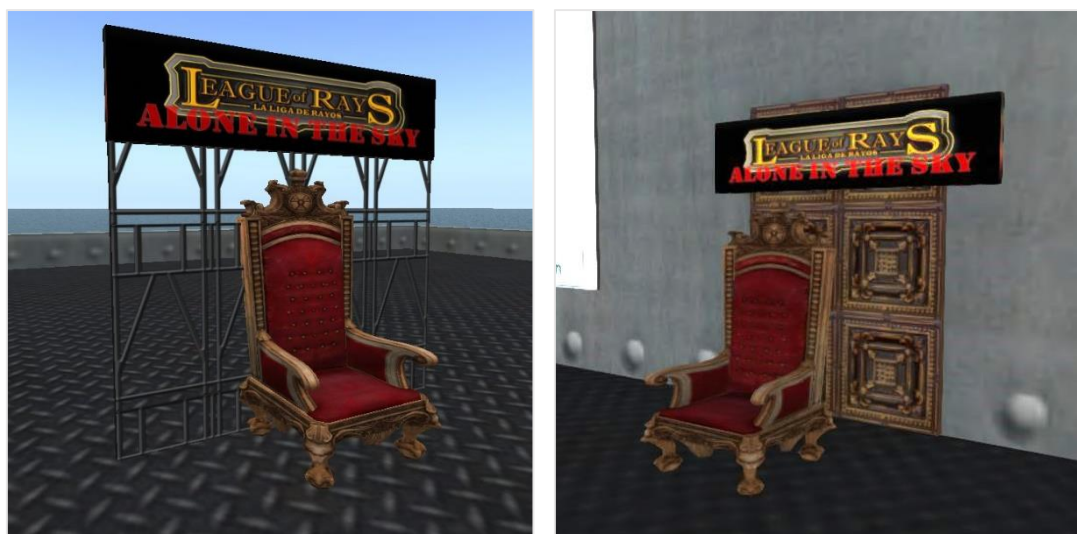


Figura AI.1.- Prim de Saltos desde *The Game-Based Learning Laboratory* a la Sala 0 del Juego.

Para entrar simplemente hay que tocar el prim de salto y este automáticamente teleportará al jugador a la Sala 0. La Sala 0 es la sala de información del juego y en ella se encuentran ubicados una serie de elementos que nos permitirán informarnos de cómo se juega y cómo podemos iniciar la partida, concretamente paneles informativos y prim que nos permitirán darnos de alta en el juego, validar si estamos autorizados para poder jugar y transportarnos a las siguientes zonas donde se desarrolla el juego. En la tabla siguiente se muestran los elementos ubicados en la Sala 0 de Información.

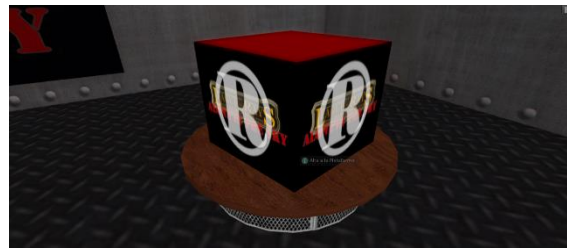
Tabla AI. 1. Elementos de la Sala 0 del Juego Radiológico *Alone in the Sky*.



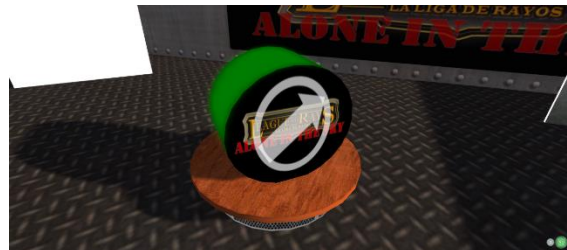
Sala 0 de Información Radiológica



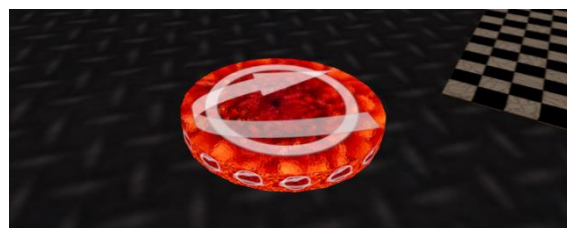
Prim del Panel Informativo sin Inicializar



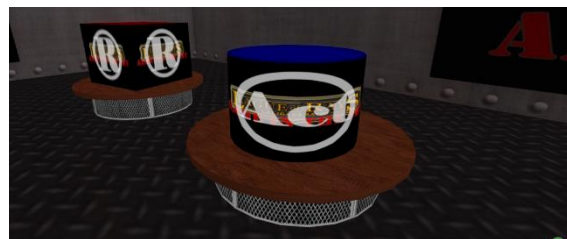
Prim-para el Alta o registro de Jugadores



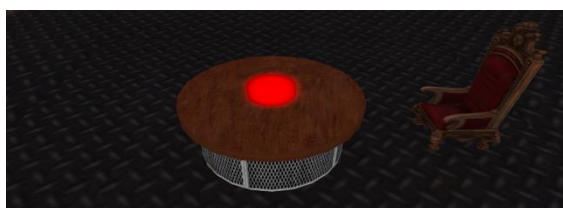
Prim-para Comprobar Autorización del Usuario



Prim-Siguiente para Saltar a la Sala de Formación 1



Prim de actualización de datos



Prim-Salir (Botón de Salida de Emergencias)

Los pasos a seguir para jugar deben realizarse en el orden siguiente ya que de otra forma no podrá iniciarse la partida, debido a que el sistema informático que controla el juego no permitirá la carga de los contenidos formativos ni la evaluación, o bien forzará la expulsión del jugador (avatar) a su punto base dentro del mundo virtual de Second Life. Obligatoriamente hay que seguir los siguientes pasos, como se indica en la tabla AI.2.

Tabla AI.2. Protocolo de Acceso al Juego Radiológico *Alone in the Sky*.

<i>Pasos</i>	<i>Explicación</i>
1) Alta o Registro	Obligatorio. Tocar el prim-alta o registro e introducir los datos que solicita separados por comas (,). Si se quiere omitir alguno introducir un símbolo de asterisco (*).
2) Autorización	Opcional. Tocar el prim-autorización para asegurarse de que se tiene acceso al juego.
3) Visualizar Panel Informativo (EE1)	Obligatorio. Colocarse en la zona de control de visualización (tablero de ajedrez) del Elemento Educativo que contiene el prim o panel informativo del juego y tocarlo.
4) Iniciar Partida	Obligatorio. Tocar el prim-Siguiente para teleportarse a la siguiente fase del juego o primer elemento educativo a visualizar.

El paso 1) es donde se efectúa el alta en el juego se lanza tocando el prim-Alta. Esto producirá que el sistema informático solicite información personal del jugador separadas por comas (,) pudiéndose omitirse si introducimos el símbolo del asterisco (*) como se muestra en la figura AI.2.

El paso 2) es opcional aunque es recomendable hacerlo para asegurarse de que el paso previo de alta se ha efectuado correctamente. Se efectúa tocando en el prim-Autorización devolviendo información acerca del estado del jugador como se muestra en la figura AI.3.

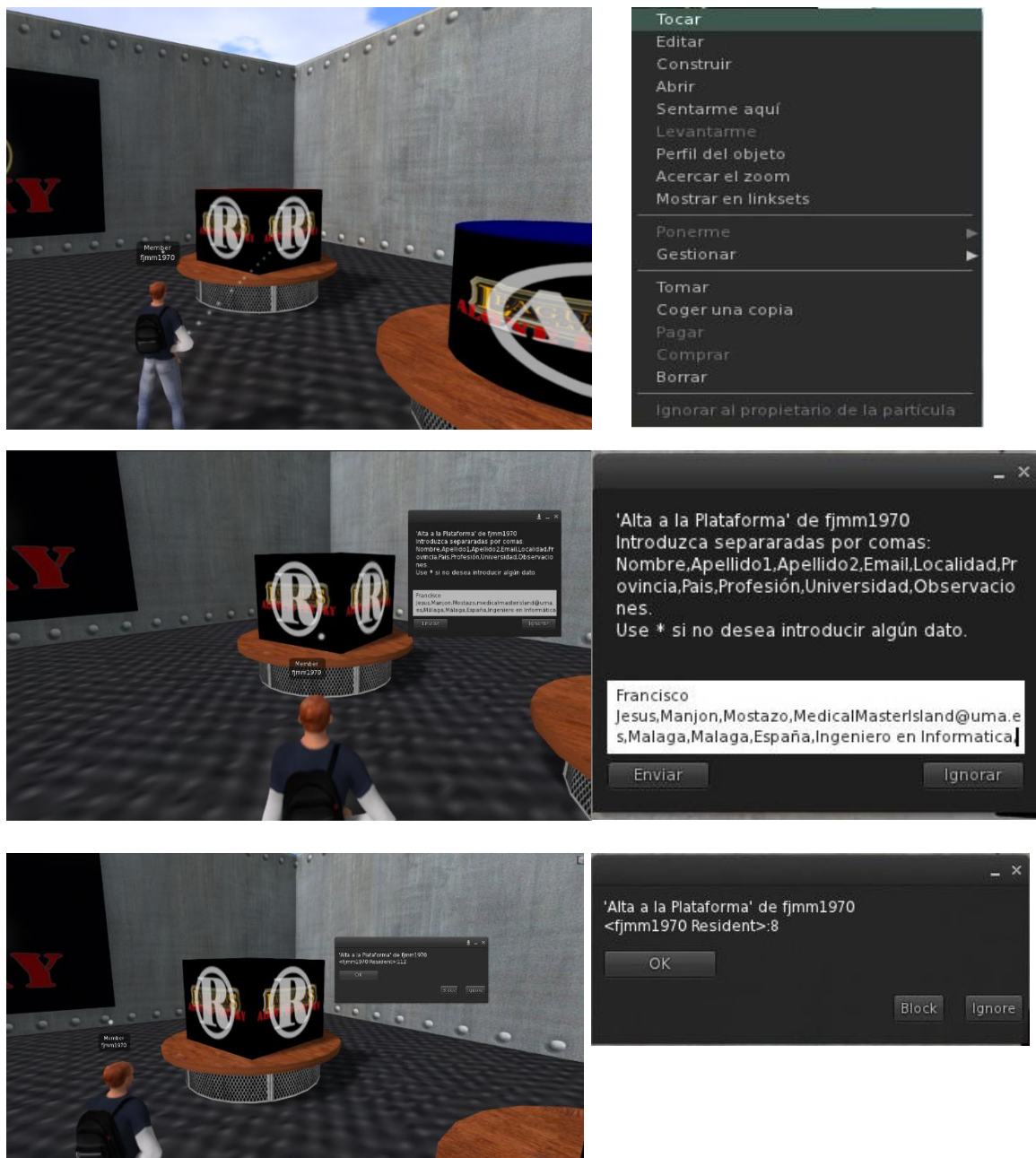


Figura A1.2. Proceso de Alta al Juego Radiológico *Alone in the Sky*.



Figura A1.3.- Proceso de Verificación del Alta al Juego Radiológico *Alone in the Sky*.

El prim-Autorización puede utilizarse para determinar el estado en que se encuentra un jugador en cualquier momento ya que al tocarlo indica su estado dentro del juego. Los estados posibles se indican en la tabla A1.2

Tabla A1.2. Estados de los Jugadores en el Juego Radiológico 'Alone Sky'.

Estado	Explicación
A-Activo	Al tocar el prim-autorización devuelve un mensaje con el Identificador único del jugador.
B-Bloqueado	Al tocar el prim-autorización devuelve un mensaje con el texto [BLOQUEADO].
E-Espera Autorización	Al tocar el prim-autorización devuelve un mensaje con el texto [ESPERA_AUTORIZACION].
?-No dado de Alta	Al tocar el prim-autorización devuelve un mensaje con el texto [NO_EXISTE].

El paso 3) es donde se visualiza la información necesaria que el jugador debe de conocer sobre el funcionamiento del juego. Para visualizar la información el jugador debe de situarse en la zona de control de visualización representada por un prim similar al de un tablero de ajedrez. Es importante que el jugador se sitúe en esta área de control puesto que el prim del panel informativo controla el acercamiento del jugador a esta zona y una vez detectado el jugador en ella ejecuta cierto código LSL que inicializa la carga del contenido del panel informativo. Finalizada la inicialización le indica al jugador que toque el panel para iniciar el proceso de visualización. En la siguiente imagen se muestra la forma en que se desarrolla el proceso de carga y liberación del panel informativo:

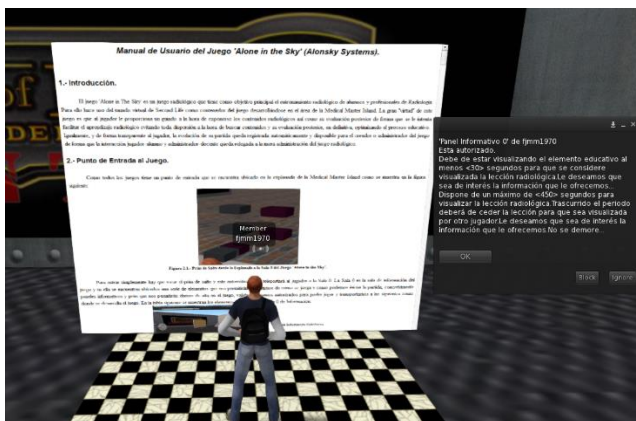
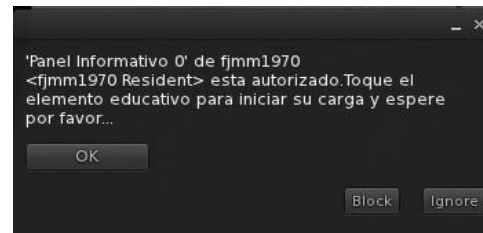
Tabla A1. 4. Proceso de Visualización de un Panel Informativo del Juego *Alone in the Sky*.



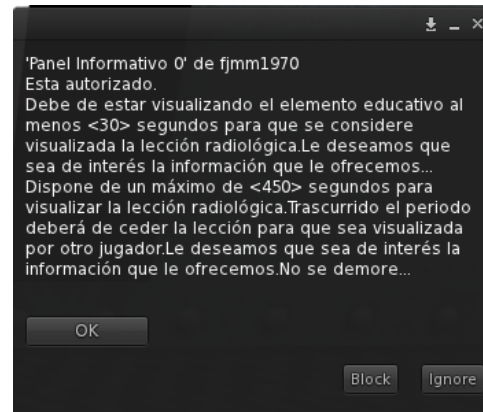
Aproximarse al panel informativo.



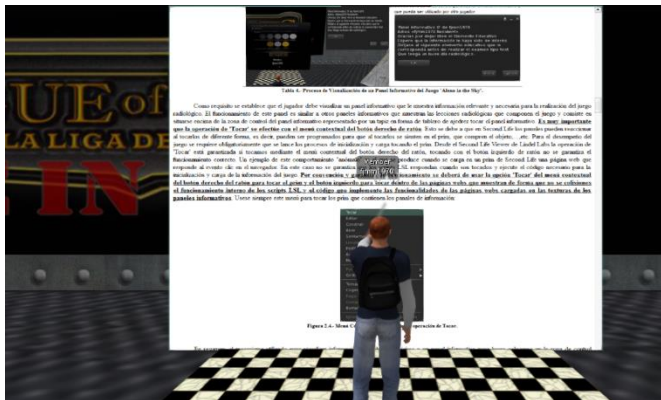
Tocar el Prim-Panel Informativo para inicializar el Elemento Educativo (Id=1). Una vez inicializado muestra una indicación de tocar el prim para inicializar la carga de la información relevante del juego.



Colocarse en la zona de control de visualización (área similar a un tablero de ajedrez) del Elemento Educativo que contiene el prim o panel informativo del juego y tocarlo otra vez.



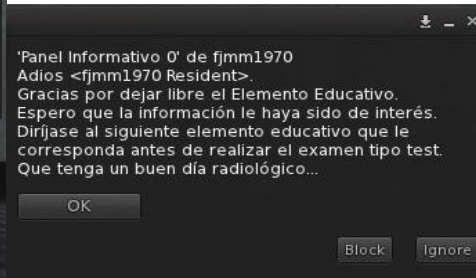
Tocar el Prim-Panel Informativo para mostrar el contenido informativo del Elemento Educativo (Id=1) que muestra información relevante del juego. Muestra un mensaje indicando el tiempo mínimo y máximo de uso



Tocar el del Prim-Panel Informativo para avanzar en las explicaciones.



Salirse de la zona de control para liberar el Panel Informativo y que pueda ser utilizado por otro jugador.



Como requisito se establece que el jugador debe visualizar un panel informativo que le muestra información relevante y necesaria para la realización del juego radiológico. El funcionamiento de este panel es similar a otros paneles informativos que muestran las lecciones radiológicas que componen el juego y consiste en situarse encima de la zona de control del panel informativo representado por un tapiz en forma de tablero de ajedrez tocar el panel informativo. **Es muy importante que la operación de 'Tocar' se efectúe con el menú contextual del botón derecho de ratón.** Esto se debe a que en Second Life los paneles pueden reaccionar al tocarlos de diferente forma, es decir, pueden ser programados para que al tocarlos se sienten en el prim, que compren el objeto, etc.

Para el desempeño del juego se requiere obligatoriamente que se lancen los procesos de inicialización y carga tocando el prim. Desde el Second Life Viewer de Lindel Labs la operación de 'Tocar' está garantizada si tocamos mediante el menú contextual del botón derecho del ratón, tocando con el botón izquierdo de ratón no se garantiza el funcionamiento correcto. Un ejemplo de este comportamiento "anómalo" es el que se produce cuando se carga en un prim de Second Life una página web que responde al evento clic en el navegador. En este caso no se garantiza que los scripts LSL respondan cuando son tocados y ejecute el código necesario para la inicialización y carga de la información del juego. **Por convención y garantías de funcionamiento se deberá de usar la opción 'Tocar' del menú contextual del botón derecho del ratón para tocar el prim y el botón izquierdo para tocar dentro de las páginas webs que muestran de forma que no se colisiones el funcionamiento interno de los scripts LSL y el código**

que implemente las funcionalidades de las páginas webs cargadas en las texturas de los paneles informativos. Úsese siempre este menú para tocar los prim que contienen los paneles de información:

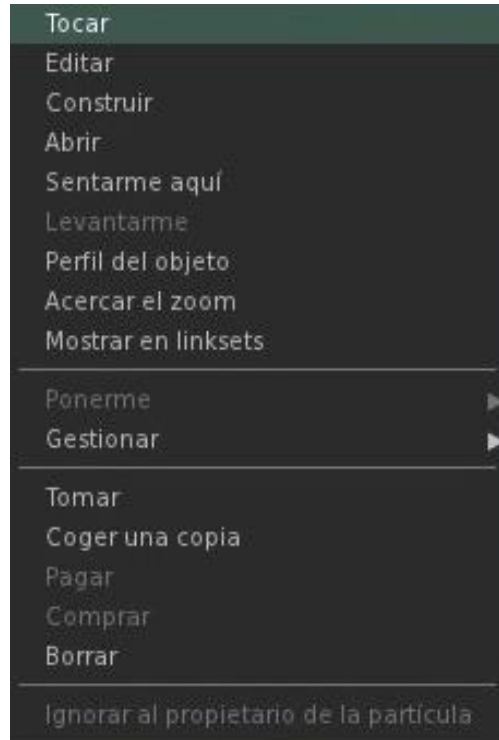


Figura A1.4.- Menú Contextual para realizar la operación de Tocar.

En resumen, el mecanismo utilizado para visualizar información se reduce a dirigirse a un panel informativo para luego colocarse en la zona de control representada por el tapiz en forma de tablero de ajedrez para luego tocarlo una primera con el botón derecho del ratón. La primera vez que se toque el prim del panel informativo ejecutará los controles de acceso a la información y luego indicará si se tiene permiso de acceso a la misma. Si no se tuviera derecho de acceso se muestra un mensaje emergente al usuario indicando la causa por el que se deniega el acceso. Si tuviera acceso se inicia la carga de la página web que contiene la información a ser visualizada. A partir de este momento el control de la visualización de la información es llevada a cabo por la propia página web que controlará como se muestran las distintas informaciones de forma similar a como se hace en una página web en un navegador clásico, de hecho, el prim asociado al panel informativo es un contenedor de navegador que Linden Labs pone a disposición de sus usuarios. En las imágenes siguientes se muestra como se visualiza el panel informativo del juego y como se navega tocando en el interior del prim asociado al panel informativo:

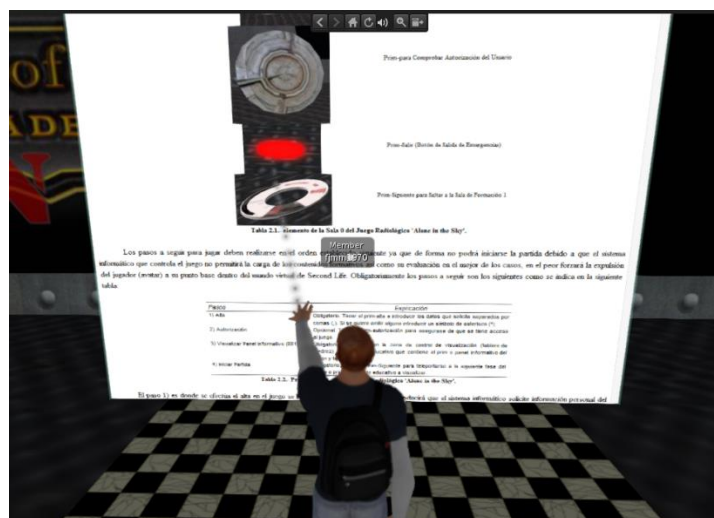
Tabla A1.2.5.- Protocolo de Visualización del Panel Informativo del Juego *Alone in the Sky*.



Primera operación de 'Tocar' con el botón derecho del ratón para comprobar si se tiene permiso.



Segunda operación de 'Tocar' con el botón derecho del ratón para iniciar la carga y mostrar el contenido informativo. Se muestra mensaje con instrucciones de uso: tiempo mínimo y máximo disponible de uso.



Tocar con el botón izquierdo del ratón en el interior del Prim-Panel Informativo para avanzar en las explicaciones. Si transcurre el tiempo mínimo establecido se registra que la información ha sido visualizada.



Salirse de la zona de control para liberar el Panel Informativo y que pueda ser utilizado por otro jugador.

Es muy importante permanecer en el área de la zona de control del prim asociado al panel informativo el tiempo mínimo establecido ya que el control de que la información ha sido visualizada se efectúa por tiempo de permanencia. Si no se permanece el tiempo mínimo, haya o no visualizado en su totalidad la información que la página web asociada al panel informativo, el sistema informático no registra que ese panel ha sido visualizado y por tanto no se podrá acceder a la siguiente información de los restantes paneles que componen el juego radiológico. Este aspecto es fundamental ya que el sistema informático establece un itinerario de exposición, consumo y evaluación de los contenidos educativos radiológicos.

En resumen, el orden de visualización de los paneles informativos y evaluadores se define de antemano y si no se visualiza siguiendo un orden preestablecido a priori no se tendrá acceso bloqueándose el acceso a los mismos.

AI.3. Cómo y Qué Aprenderé...

Hasta el momento solo se ha realizado el proceso de registro o alta, autorización y exposición de información necesaria para jugar al juego *Alone in the Sky*. El funcionamiento es muy similar en el resto del juego, es decir, siempre se muestra información siguiendo los mismos pasos:

- 1º Situarse en la zona de control e influencia del panel informativo.
- 2º Tocar una primera vez para tomar el control del panel informativo y comprobar si se tiene permiso de visualización.
- 3º Tocar una segunda vez para iniciar el proceso de carga y visualización de la información asociada al panel.
- 4º Salir del área de control para liberar panel informativo y dejarlo a disposición de otros jugadores.

A partir de este momento se inicia el juego radiológico, el cual se compone de 6 bloques temáticos educativos bien diferenciados más el bloque de información general.

Tabla A1.6. Bloques Temáticos del Juego Radiológico 'Alone Sky'.

<i>Bloque</i>	<i>Temática</i>	<i>Ubicación</i>
B0	Anatomía Radiológica - Información	Sala 0 - Información
B1	Anatomía Radiológica - Tórax	Sala 1 - Anatomía Radiológica
B2	Anatomía Radiológica - Abdomen	Sala 1 - Anatomía Radiológica
B3	Anatomía Radiológica - Musculoesquelético (MSK)	Sala 1 - Anatomía Radiológica
B4	Semiología Radiológica - Tórax	Sala 2 - Semiología Radiológica
B5	Semiología Radiológica - Abdomen	Sala 2 - Semiología Radiológica
B6	Semiología Radiológica - Musculoesquelético (MSK)	Sala 2 - Semiología Radiológica

Los bloques formativos que contienen las lecciones radiológicas son los que van del 1 al 6, siendo el 0 un bloque meramente informativo. A su vez los bloques formativos se dividen en tres sub-bloques de forma que el bloque 1 de Anatomía Radiológica se compone de los sub-bloques referenciados por los identificativos: 11, 12 y 13, cada uno de los cuales tiene contenidos formativos diferentes. Además, el bloque 1 tiene un sub-bloque evaluador referenciado por el identificador 19 encargado de evaluar el contenido formativo expuesto en los sub-bloques 11, 12 y 13. Los bloques 2, 3, 4, 5 y 6 se componen de sub-bloques con contenidos formativos radiológicos y un sub-bloque evaluador de los mismos de forma similar a la explicada para el bloque 1.

Los bloques temáticos se ubican en diferentes salas ubicadas a diferentes alturas. La Sala 0 de Información no tiene restricciones de acceso accediéndose a ella desde el primer de salto localizados en la explanada de la Medical Master Island. Sin embargo, para acceder a las Salas 1 (Anatomía) y 2 (Semiología) se sigue un itinerario formativo y guiado por el sistema informático que controla el juego. El itinerario que el juego establece a priori se muestra en la tabla y gráfico siguiente:

Como se puede observar la realización del juego está controlado por una serie de condiciones de navegación en donde para visualizar los contenidos radiológicos expuestos en los paneles informativos asociados a los sub-bloques debe seguirse una secuencia establecida previamente. Además de visualizar los contenidos formativos se requiere la evaluación de los mismos en las llamadas plataformas de evaluación. Estas plataformas son individuales, en ellas los paneles muestran una serie de preguntas tipo test para evaluar la asimilación de los contenidos radiológicos. Existe una por cada bloque formativo y son de uso exclusivo, de forma que no se permite que dos jugadores accedan simultáneamente a la misma. Si dos o más jugadores se encontraran simultáneamente en la misma plataforma de evaluación el sistema expulsaría a su punto base dentro de Second Life a los jugadores-intrusos que han accedido a la plataforma de forma no autorizada.

Tabla A1.7. Itinerario de los Bloques Formativos del Juego Radiológico *Alone in the Sky*.

<i>Actual</i>	<i>PreRequisito</i>	<i>Siguiente</i>	<i>Tipo</i>	<i>Observaciones</i>
B0 (IdEE=1)	{ }	B11	Curso	Bloque de Información. Ubicado en la Sala 0 - Información. Superado permite saltar a la Sala 1.
B11 (IdEE=11)	B0	B12	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B12 (IdEE=12)	B11	B13	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B13 (IdEE=13)	B12	B19	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B19 (IdEE=19)	B13	B21	Examen	Bloque Evaluador-Test. Ubicado Plataforma de Evaluación 1.
B21 (IdEE=21)	B19	B22	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B22 (IdEE=22)	B21	B23	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B23 (IdEE=23)	B22	B29	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B29 (IdEE=29)	B23	B31	Examen	Bloque Evaluador-Test. Ubicado Plataforma de Evaluación 2.
B31 (IdEE=31)	B29	B32	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B32 (IdEE=32)	B31	B33	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B33 (IdEE=33)	B32	B39	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 1 - Anatomía Radiológica.
B39 (IdEE=19)	B33	B41	Examen	Bloque Evaluador-Test. Ubicado Plataforma de Evaluación 3.
B41 (IdEE=41)	B39	B42	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B42 (IdEE=42)	B41	B43	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B43 (IdEE=43)	B42	B49	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B49 (IdEE=49)	B43	B51	Examen	Bloque Evaluador-Test. Ubicado Plataforma de Evaluación 4.
B51 (IdEE=51)	B49	B52	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B52 (IdEE=52)	B51	B53	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B53 (IdEE=53)	B52	B59	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B59 (IdEE=59)	B53	B61	Examen	Bloque Evaluador-Test. Ubicado Plataforma de Evaluación 5.
B61 (IdEE=61)	B59	B32	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B62 (IdEE=62)	B61	B33	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B63 (IdEE=63)	B62	B39	Curso	Bloque Formativo. Ubicado Sala 2 - Semiología Radiológica.
B69 (IdEE=69)	B63	B100	Examen	Bloque Evaluador-Test. Ubicado Plataforma de Evaluación 6.
B100	B69	{ }	Curso	Bloque de Información de Resultados. Ubicado en la Sala 0 - Información. Fin de Juego.

AI.4. Cómo se Juega.

Una vez que nos hemos registrado en el juego, comprobado que estamos habilitados para jugar y visualizado el panel informativo del juego debemos dirigirnos hasta el primer sub-bloque del bloque formativo 1, de Anatomía Radiológica dedicado al Tórax. Para dirigirse al sub-bloque 1 que debemos visualizar usaremos el prim de salto 'Siguiete' ubicado a la izquierda del panel informativo del bloque 0 (IdEE=1). Para realizar el Salto se toca este prim e inmediatamente este calcula el siguiente elemento educativo, panel informativo o examen tipo test, que le corresponde consumir al jugador. Mediante un mensaje emergente indica al jugador que esta calculando las coordenadas de salto. Posteriormente muestra otro mensaje en el que indica el destino esta calcula y que en los próximos 5 segundos debe de tocar el prim de salto 'Siguiete' nuevamente para teleportarse al elemento educativo con el que le corresponde jugar. Las imágenes siguientes muestran la forma del prim de salto 'siguiete' y los mensajes mostrados:



Figura AI.5.- Prim's de Salto Siguiete, Mensaje de Cálculo de Coordenadas y 5s para Saltar.

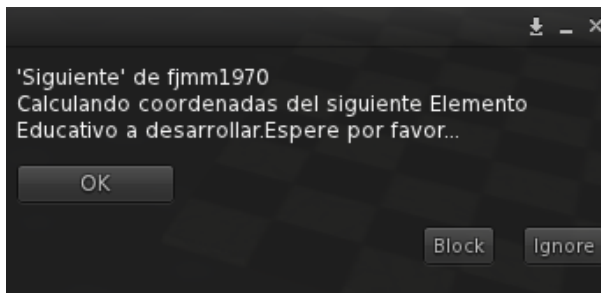
Si el jugador toca el prim de salto 'Siguiete' antes de 5 segundos este prim lo teleportará y lo situará enfrente del siguiente elemento educativo que le corresponde. Si es una lección radiológica lo depositará en la zona de control del panel informativo y si le corresponde un examen lo teleportará a la plataforma de evaluación que tiene asignada el bloque radiológico.

Las imágenes siguientes muestran el flujo que se sigue en el aprendizaje del bloque 1 de Anatomía Radiológica ubicado en la Sala .

Tabla A1.8. Secuencia de Aprendizaje del Bloque 1 de Anatomía Radiológica del Tórax.



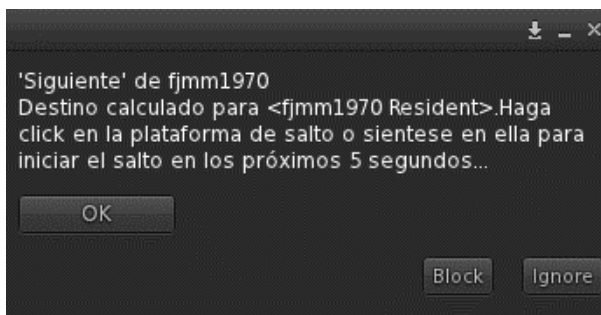
'Tocar' con el botón derecho del ratón para calcular las coordenadas de salto al bloque comprobar si se tiene permiso.



Mensaje Calculando Coordenadas.



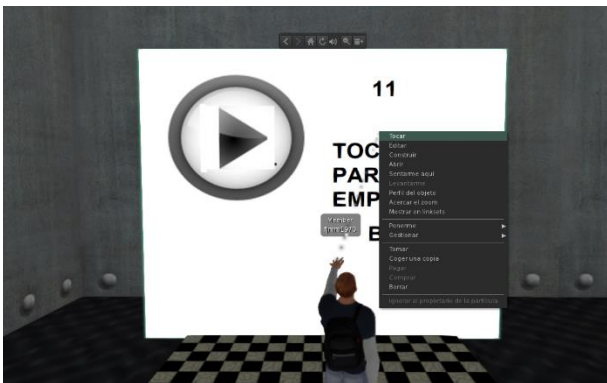
'Tocar' botón izquierdo ratón para confirmar salto.



Mensaje para saltar en los próximos 5 segundos.



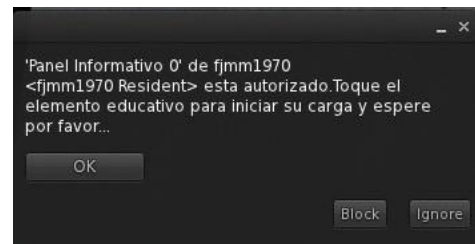
Salto realizado con éxito. Se puede observar que se va al primero de los tres sub-bloques del Bloque 1 de Anatomía de Tórax.



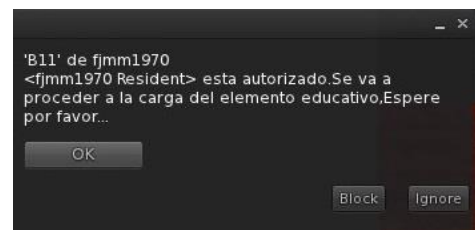
Tocar' con el botón derecho del ratón. Comprueba si tiene permiso para visualizar el panel informativo.



Indica que tiene permiso y que vuelva a tocarlo para mostrar la lección radiológica.

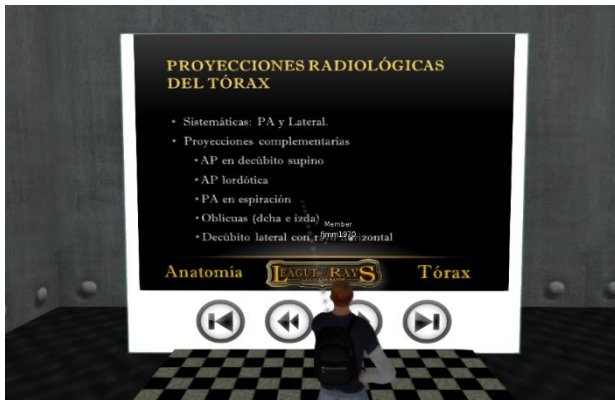
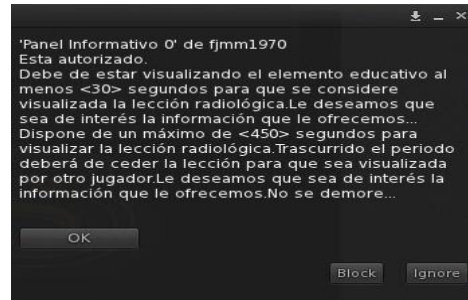


Muestra mensaje de que está cargando la información.





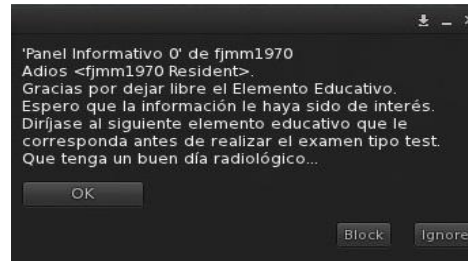
Muestra mensaje de cómo realizar el sub-bloque 11.



Aprendizaje de la lección radiológica. El control lo efectúa la página web que almacena la información. Avanzar tocando sobre la página web con el botón izquierdo del ratón. El control de hacer click en la página lo controla la página web y no el visor de Second Life.



Transcurrido el aprendizaje se libera el panel informativo saliendo de su zona de control.



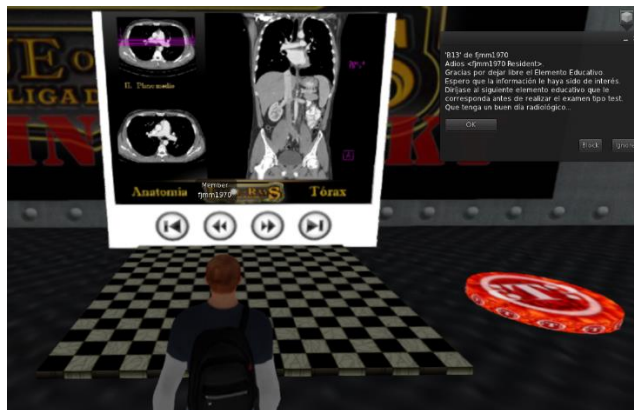
Lo siguiente es ir al bloque12.



Finalizarlo el bloque12 tras estar el periodo mínimo y salirse de la zona de control.



Ir al bloque siguiente 13.



Finalizar el bloque13. Una vez finalizado podremos usar el prim de salto 'Siguiente' ubicado a su derecha para saltar al siguiente elemento que se corresponderá con un examen tipo test que evaluará la asimilación de la lección radiológica.

Una vez visualizados todos los sub-bloques de forma consecutiva se pasa a la evaluación correspondiente. Para ello se hace uso del prim de salto 'Siguiente' ubicado a la derecha del sub-bloque 13. El uso de este prim de salto es similar al utilizado para saltar desde la Sala 0 de Información con la salvedad de que el salto se realiza a la plataforma de evaluación. En realidad el código LSL que lleva asociado el prim de salto calcula las coordenadas a la que debe saltar en función de los sub-bloques ya superados y el siguiente que le corresponde visualizar. Las imágenes siguientes muestran el flujo que se sigue al saltar a un panel evaluador ubicado en la plataforma de evaluación 1 saltando desde la sala de formación 1 al finalizar el aprendizaje del bloque 1.

Tabla A1.9. Secuencia de Evaluación del Bloque 1 de Anatomía Radiológica del Tórax.



Una vez realizada la visualización de los paneles informativos B11, B12 y B13 se toca con el botón derecho del ratón para calcular las coordenadas de salto a la plataforma de evaluación y evaluar el Bloque 1. Se calcula las coordenadas y se espera que se toque en los próximos 5 segundos.



Salto efectuado correctamente a la Plataforma de Evaluación 1 asignada para evaluar las lecciones mostradas en los sub-bloques 11,12 y 13 del Bloque 1. El sub-bloque encargado de la evaluación es el 19 de tipo examen.



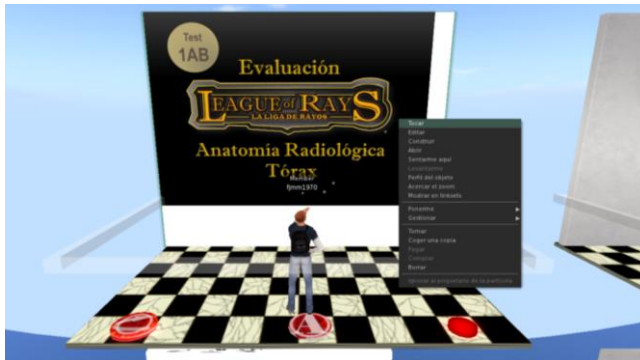
Es posible que el salto nos ubique deforma descentrada. En este caso nos centramos en la plataforma de evaluación para visualizar mejor las preguntas de tipo test.



'Tocar' con el botón derecho del ratón. Se comprueba si se tiene permiso para iniciar la evaluación mediante el test.



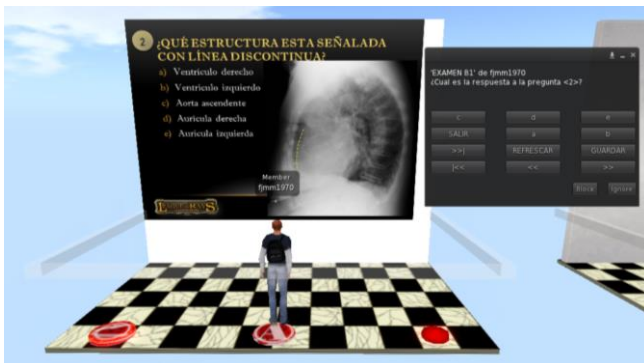
Se carga en el prim panel información sobre el test que se va a evaluar quedando a la espera de que sea tocado con el botón derecho del ratón para iniciar la evaluación.



Tocar con el botón derecho para iniciar la evaluación.



Una vez tocado se carga la primera pregunta del test y se muestra un diálogo para seleccionar la respuesta a la pregunta mostrada o moverse por las preguntas.



Al seleccionar la respuesta a la pregunta 1 se carga la pregunta número 2 del test.



Nos podemos ir a la última pregunta si hacemos click sobre ">>|".



Ir a la última pregunta del test.

Ir a la primera pregunta del test.

Ir a la siguiente pregunta del test.

Ir a la anterior pregunta del test.

Refresca la pregunta. Se utiliza cuando el visor no carga bien la pregunta.

Guarda las respuestas respondidas en la base de datos y sale de la evaluación.

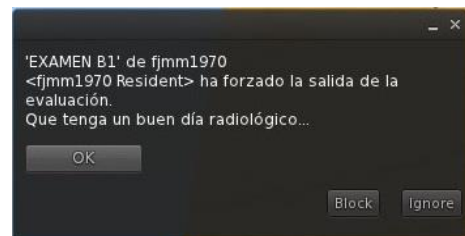
Sale del examen. Equivale a GUARDAR pero sin registrar las repuestas. Igualmente computa como un examen realizado.



Guarda las respuestas respondidas e indica que se han registrados los resultados y se vaya al siguiente elemento. En este punto siguiente elemento educativo, haciendo uso del prim de salto siguiente situado en el lado izquierdo de la plataforma, ir a repasar la lección radiológica haciendo uso del prim de salto siguiente situado en el centro de la plataforma o salir del juego usando el prim de salto salir.



Si usamos la opción de Salir.

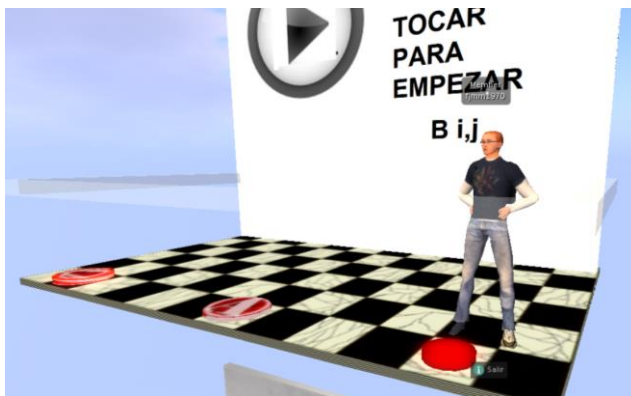




Nos iríamos a lo siguiente que nos corresponde.



Nos iríamos a la Sala 1 para repasar el Bloque 1.



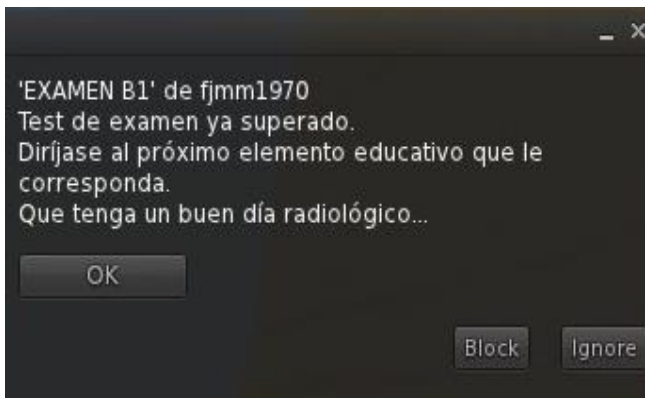
Forzaría la salida del juego.



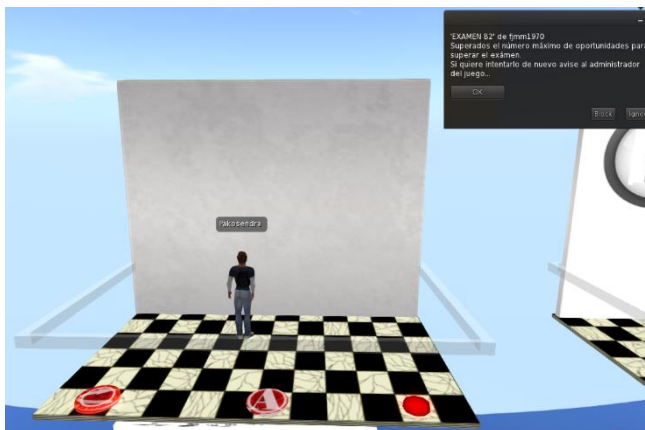
Si usamos el prim de salto siguiente nos volvería a teleportar a la plataforma de evaluación 1 ya que solo hemos realizado un test y al menos se requiere haber superado el 80% de dos test de evaluación. Obsérvese como el prim de salto 'Siguiente' se desplaza al propio ya que calcula que todavía le quedan test de este bloque por realizar.



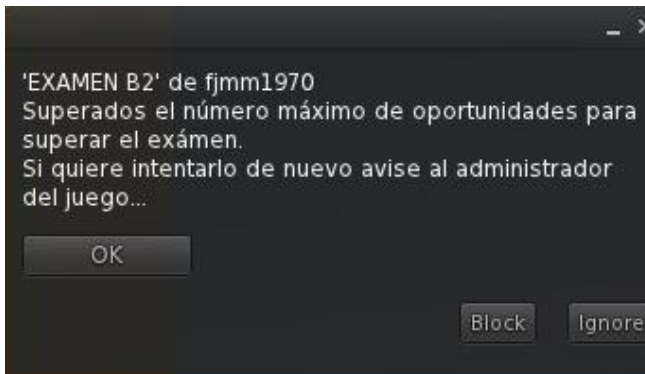
Si hemos superados los test e intentamos realizar de nuevo el test nos indica que hemos superado la evaluación.



Si hemos superado la evaluación nos lo indica y no permite seguir realizando test. En este punto debemos utilizar el prim de salto siguiente para ir bloqu siguiente que nos corresponda.



Si no hemos superados con las 12 oportunidades los test nos indica que no podemos continuar la evaluación.



Si no hemos superado la evaluación nos lo indica y no permite seguir realizando test. En este punto el juego ha finalizado para el jugador ya que no se le permite la carga de nuevo bloques formativos ni de evaluación. Solo el administrador del juego puede revertir esta situación.



Al tocar el prim siguiente nos vamos al bloque 21 para continuar el juego.



Tocaríamos para continuar de forma similar a como lo realizamos con el Bloque 1.

Como se puede observar el proceso de evaluación es más complejo que el de aprendizaje. Sin embargo, la mecánica del funcionamiento es siempre la misma ya que el uso de los prim de salto implementa la navegación entre las lecciones radiológicas y su evaluación mediante exámenes tipo test. En cuanto a la evaluación, una vez que se salta a la plataforma de evaluación solo hay que tocar el prim asociado al panel que mostrará el test y este le mostrará al jugador indicaciones sobre lo que tiene que hacer para iniciar la evaluación así como el estado de la misma. En caso de que haya finalizado de forma exitosa se lo indica y no le deja continuar con lo que le fuerza a salir de la plataforma de evaluación. En caso de fracaso en la evaluación después de realizar un máximo de 12 oportunidades o test se le indica que el juego ha finalizado y solo al administrador puede rehabilitarlo.

En resumen, el juego consiste básicamente en:

- Teleportarse a la Sala 0 de Información. Una vez allí darse de alta tocando el Prim-AltaUsuario, opcionalmente comprobar si el alta ha sido realizada con éxito.
- Una vez finalizado el proceso de alta el jugador debe dirigirse al panel informativo, situarse en la zona de control del panel y estar el tiempo mínimo establecido actualmente en 30 segundos para que se registre en el sistema informático que ha visualizado el panel.
- Una vez transcurridos los 30 segundos podemos salir de la zona de control para liberar el panel y que otro jugador pueda usarlo.
- Después hay dirigirse al prim de salto 'Siguiete' y tocarlo. Este calculará las coordenadas del siguiente panel que tenemos que visualizar y nos dará un periodo de 5 segundos para tocarlo de nuevo y teleportarnos hacia el panel formativo en la sala en que se encuentre ubicado.
- Una vez teleportado el jugador debe de visualizar el primer panel informativo de los sub-bloques estando en la zona de control un mínimo de 30 segundos de forma similar a como se realizó en la Sala 0 de Información en el panel informativo del juego.
- Así sucesivamente nos vamos moviendo obligatoriamente del sub-bloque 1 al 2 y del 2 al 3, permaneciendo 30 segundos en su zona de control para que se registre que ha sido visualizado.
- Finalizada la visualización de los tres sub-bloques de cada área temática radiológica se toca el prim de salto 'Siguiete' para saltar a la plataforma de evaluación que tenga asignada el bloque. Una vez teleportado a la plataforma de evaluación se toca el prim del panel de evaluación que cargará el test que le corresponda al jugador para ser evaluado. Inicialmente carga la presentación del test espera que el jugador lo toque de nuevo para iniciar la evaluación. Iniciada la evaluación va mostrando una sucesión de 15 preguntas tipo test y una ventana que le permite seleccionar la respuesta (actualmente 'a,b,c,d,e'), moverse por el conjunto de pregunta o refrescar la pregunta y por último salir guardando el resultado (opción 'Guardar') o sin guardado (opción 'Salir').
- Finalizado el test, el jugador debe determinar que hacer, es decir, puede salir del juego usando el prim de salto 'Salir' situado a la derecha en la plataforma de evaluación (se considerará abortar el juego), puede ir a repasar el contenido radiológico volviendo a la Sala de Formación que contiene los paneles informativos que muestran la lección radiológica usando el prim de salto 'Sala' ubicado en el centro de la plataforma, o bien continuar el juego usando el prim de salto 'Siguiete' que le teleportará al siguiente panel que debe visualizar.
- En este último caso, si no han sido superados el mínimo de test establecidos (actualmente superar el 80% de al menos 2 test) el prim de salto te devuelve a la plataforma de evaluación para que se continúe realizando test con un máximo de 12 oportunidades. Si el jugador ha superado 2 tests del máximo de 12 e intenta realizar de nuevo otro test le indica que el panel de evaluación ha sido superado y que se dirija hacia el siguiente panel que le corresponda visualizar impidiéndole seguir realizando test y debiendo usar el prim de salto 'Siguiete' para continuar el juego el cual le teleportará enfrente del panel informativo en la sala que este situado. Si el jugador no ha superado 2 tests de los 12 disponibles le indica que no puede continuar y que su partida ha finalizado.

AI.5. Consideraciones Finales.

El acceso al juego está controlado por unas reglas que impiden que otros usuarios de la isla puedan acceder a los contenidos formativos radiológicos. El acceso indebido a los mismos lanzara procesos de expulsión de las zonas en donde el juego se desarrolla de aquellos usuarios no autorizados a estar al tener la consideración de intrusos. Esta expulsión producirá que sean teletransportados a su base como usuario de Second Life. El usuario no podrá visualizar la oferta formativa radiológica si no sigue el proceso de acceso establecido para usar el juego. Sin embargo, si esta en las zonas donde se desarrolla el juego si podrá ver como los jugadores juegan, al menos, hasta que no se ejecute la expulsión del intruso. En resumen, si en un momento determinado un usuario de la isla es expulsado se debe a que no es un jugador autorizado y esta expulsión puede ocurrir en pocos segundos o que se demore pero con casi toda probabilidad ocurrirá.

Otra consideración importante es que la formación radiológica es individualizada. Esto significa que un elemento educativo (panel formativo o evaluador) debe de ser tomado, usado y liberado únicamente por un jugador ya que internamente su actividad formativa debe de ser registrada por el sistema informático. Si el uso no es limitativo o se podría determinar que usuario/jugador dentro del mundo virtual realmente es quien esta siendo formado en términos radiológicos. En resumen, si dos jugadores se dirigen a un elemento educativo solo a uno de ellos le será registrado su desempeño, aunque el otro "participe" en la actividad formativa. El que primero llega y lo toca es quien será registrado, por tanto, es multiusuario pero no colectivo.

Otra consideración importante es que la formación es guiada. ¿Que ocurre si no seguimos el orden? Los propios elementos educativos restringen el acceso a sus contenidos de forma que si no se sigue las secuencias programadas en el itinerario formativo simplemente o te deja mostrando un mensaje como la siguiente imagen:

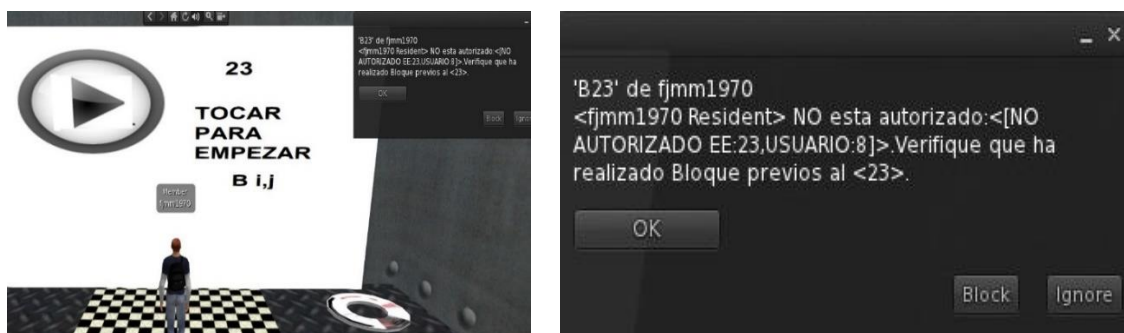


Figura AI.5.1.- Mensajes mostrados si no se sigue la secuencia preestablecida.

Por último, una pregunta importante, ¿Cómo se puede reiniciar una partida fallida? La respuesta es que un jugador por sí solo no puede debiendo recurrir al administrador del juego, en definitiva el profesor. Recordad, en realidad no es un juego. Se está aprendiendo usando técnicas de gamificación conocidas como técnicas psicológicas de aprendizaje basadas en juegos. Estas aprendiendo de forma parecida a un juego de preguntas y respuestas, similar a un "trivial radiológico", en el que el propio juego fuerza a que antes de responder el jugador visualice el tema correspondiente. El juego *Alone in the Sky* controla y guía de forma individualizada el proceso formativo en anatomía y semiología radiológica de tórax, abdomen y musculoesquelético, aspectos muy importantes en la formación de un estudiante de medicina.

IX. Sistema informático - Anexo II.

Configuración del Sistema Informático que controla el juego radiológico *Alone in the Sky* (Alonsky Systems).

Este apéndice contiene información relevante a la configuración del sistema informático que controla el funcionamiento interno del juego radiológico *Alone in The Sky*. En el mismo encontraremos información relevante a como se configuran los scripts embebidos en los prim de Second Life, como los relacionan y conectan con los restantes elementos del mundo físico que gobiernan las reglas por las que se rige el juego.

Las grandes áreas técnicas que componen el juego radiológico son: el modelo de datos implementado en la base de datos relacional MySQL cuya función principal es actuar como almacén de datos permanente del sistema informático, los servicios webs mediante los cuales los scripts LSL acceden a la información de las tablas y registros de datos definidas en el modelo de datos, configuración de los scripts LSL que implementan las funcionalidades de los elementos gráficos tridimensionales dentro de la Medical Master Island en Second Life.

Los scripts hacen uso de las librerías de funciones puestas a disposición de los programadores por parte de Linden Labs. Sin embargo, estas funciones nativas no son lo suficientemente potentes para implementar las reglas del juego por sí solas. Una de las grandes necesidades era mantener una serie de datos de forma persistente. Para llevar a cabo esta tarea se hace uso de una base de datos ubicada en el mundo físico ya que en el mundo virtual de Second Life la persistencia de los datos es compleja y difícil de usar, por no decir imposible su uso para las necesidades del juego derivado principalmente de la dificultad de compartir datos entre usuarios. Por esta causa los datos han sido ubicados en el exterior de Second Life accediéndose a ellos mediante el uso del protocolo HTTP que pone a disposición el mundo virtual como mecanismo de conexión con el exterior. Para hacer uso del protocolo se han utilizado servicios webs que implementan el acceso a los datos y que son llamados desde el código LSL. Así mismo, se han utilizado páginas JSP para mostrar los resultados de los jugadores y el ranking de los mismos dentro de los bloques formativos.

AII.1.- Modelo de Datos 'MedicalMasterIsland'.

El modelo de datos 'Medical Master Island' se compone de tablas que registran: información relativa a los jugadores del juego *Alone in the Sky*, elementos educativos en forma de lecciones radiológicas y sus exámenes asociados tipo test que las evalúan, registro de su evolución dentro del proceso educativo, ubicación de las salas donde se efectuará la formación y la evaluación, y por último el registro de información de control o trazas.

Las siguientes tablas: 'tbusuarios', 'tbelementoeducativo', 'tbelementoeducativo_test', 'tbelementoeducativo_respuesta', 'tbsalaformacion', 'tbsalaevaluacion' y 'tbtraza' conforman el modelo de datos. En la figura siguiente se muestra gráficamente dicho modelo y las relaciones entre sus campos:

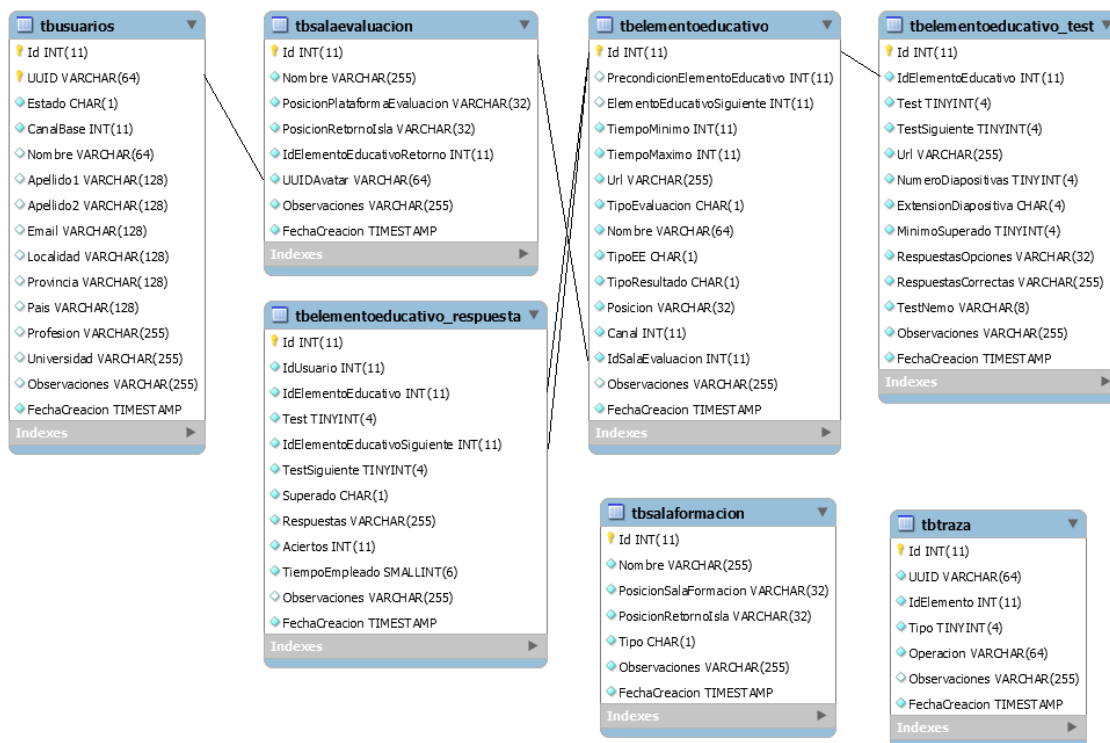


Figura AII.1. Modelo de datos utilizado en el juego *Alone in the Sky*.

AII.1.1.- MedicalMasterIsland.tbusuarios

Esta tabla registra información acerca de los jugadores. Su principal funcionalidad es establecer la relación del identificador único del avatar en el mundo virtual de Second Life con el correspondiente jugador en el mundo físico dentro del sistema informático.

Tabla AII.1. Definición de las columnas de la tabla 'tbusuarios'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	Autonumérico establecido automáticamente por el sistema gestor de datos MySQL.
UUID	varchar(64)	SI		Identificador único (Key) de Avatar/Jugador extraído de Second Life.
Estado	char(1)	SI	'A' (activo)	Solo con valor 'A' se considera como jugador valido.
CanalBase	int(11)	SI	0	Uso interno para el paso de mensajes de Second Life.
Nombre	varchar(64)	NO		
Apellido1	varchar(128)	NO		
Apellido2	varchar(128)	NO		
Email	varchar(128)	NO		
Localidad	varchar(128)	NO		
Provincia	varchar(128)	NO		
Pais	varchar(128)	NO		
Profesion	varchar(255)	NO		
Universidad	varchar(255)	NO		
Observaciones	varchar(255)	NO		Texto libre descriptivo.
Fecha Creación	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática pro el gestor de datos MySQL.

All.1.2.- MedicalMasterIsland.tbelementoeducativo

Esta tabla registra información acerca de los elementos educativos que componen el proceso formativo. Los campos que la componen son los siguientes:

Tabla All.1.2.1.- Definición de las columnas de la tabla ' tbelementoeducativo'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	Autonumérico establecido automáticamente por el sistema gestor de datos MySql.
Precondición Elemento Educativo	int(11)	SI	0	0 indica que no tiene que haberse visualizado previamente un Elemento Educativo. En otro caso se debe haber visualizado previamente el Elemento Educativo con este Identificador numérico.'
Elemento Educativo Siguiente	int(11)	SI	0	Establece el siguiente elemento educativo a ser visualizado. Utilizado por el sistema de navegación guiada.
Tiempo Mínimo	int(11)	SI	60	Tiempo mínimo en segundos considerado como necesario para visualizar la información radiológica. 0 indica que no hay tiempo mínimo establecido. No es usado en al realizar los test de examen.
Tiempo Máximo	int(11)	SI	3600	Tiempo máximo en segundos para visualizar la lección radiológica o efectuar un examen tipo test. Siempre debe de estar establecido ya que en otro caso no se liberaría el elemento educativo para poder ser usado por otro jugador (avatar).
Url	varchar(255)	SI		Apunta a la página web que contiene la lección radiológica. No es utilizada para los elementos educativo tipo examen.
Tipo Evaluación	char(1)	SI		Valores posibles N (No tiene) o T (Test).
Nombre	varchar(64)	SI		Texto descriptivo.
Tipo EE	char(1)	SI		Valores posibles: 'C' (Curso) o 'E' (Examen) o 'I' (Informativo). Este último no debe tener 'ningún elemento educativo de precondición.
Tipo Resultado	char(1)	SI		
Posicion	varchar(32)	SI	1.0,1.0,1.0	Coordenadas espaciales en donde se ubica el Elemento Educativo. Es muy importante que se introduzca correctamente la coordenada espacial 3D ya que sino los Prim de salto no funcionarán adecuadamente en la navegación guiada.
Canal	int(11)	SI	1000	De uso interno para el paso de mensajes. Es muy importante que no coincida con el de otro elemento educativo ya que podría producirse errores de procesamiento de eventos.
IdSala Evaluación	int(11)	SI	0	Si el elemento educativo es de tipo examen (E) debe de indicar en que sala de evaluación será evaluado para que el sistema de guiado pueda calcular el salto y determinar si está libre u ocupada.
Observaciones	varchar(255)	NO		Texto libre descriptivo.
Fecha Creación	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática por el gestor de datos MySql.

Su principal funcionalidad es relacionar los paneles informativos y de evaluación, ubicados en las salas de formación y evaluación, con las páginas webs que deben mostrar. Además deben establecer la ubicación espacial y tipología de los paneles determinando la forma en que serán mostrados y ejerciendo un control temporal de visualización. Se añade, en el caso de que se del tipo examen, la sala que se llevará a cabo la evaluación para controlar si esta está ocupada por otro jugador o está libre el acceso a la misma y por tanto puede realizarse el examen tipo test.

Esta tabla debe definir la navegación guiada del proceso educativo estableciendo que elemento educativo debe visualizarse previamente y cuál es el siguiente elemento educativo al que el usuario deberá dirigirse, en definitiva, la secuencia formativa guiada o la navegación guiada del jugador implementada por el sistema informático que gobierna el juego.

All.1.3.- MedicalMasterIsland.tbelementoeducativo_test

Esta tabla registra información acerca de los test de examen asociados a los elementos educativos. Su función es complementar la parte de definición de los test de evaluación.

Tabla All.1.3.1.- Definición de las columnas de la tabla ' tbelementoeducativo_test'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	Autonumérico establecido automáticamente por el sistema gestor de datos MySql.
IdElemento Educativo	int(11)	SI		Relaciona el test con el elemento educativo (Id) de la tabla 'tbelementoeducativo' que evalúa. Es obligatorio que este 'Id' exista en la tabla ya que en otro caso el sistema informático fallará en la carga del test examen.
Test	tinyint(4)	SI		Identificador numérico del test.
Test Siguiente	tinyint(4)	SI		Identificador del test siguiente utilizado por el sistema de navegación guiada pero aplicado a la secuencia de los test que serán mostrados en el panel evaluador.
Número Diapositivas	tinyint(4)	SI	15	Establece el número máximo de preguntas. En total serían 15 preguntas (1->15) más la dispositiva presentación del test (0).
Extensión Diapositiva	char(4)	SI	'.JPG'	Extensión gráfica de la dispositiva.
Mínimo Superado	tinyint(4)	SI	12	Debe ser menor o igual a 'Numerodiapositivas' ya que esta columna establece el número mínimo de preguntas que deben ser acertadas.
Respuestas Opciones	varchar(32)	SI	'a,b,c,d,e'	Opciones posibles respuesta a las preguntas establecidas en las dispositivas
Respuestas Correctas	varchar(255)	SI	_aeacadaebabbbcb	Indica las respuestas correctas al test que define. Su longitud debe de coincidir con el número de dispositivas + 1, por ejemplo, 15 diapositivas preguntas (1->15) más la diapositiva presentación (0) representada por '_'. Posicionalmente indica la respuesta correcta, por ejemplo, en la posición 1 la respuesta sería la opción 'a', en la posición 2 la respuesta sería la opción 'e',..., así sucesivamente hasta la posición 15 la respuesta sería la opción 'b'.
Url	varchar(255)	SI		Apunta a la página web que contiene el test evaluador de la lección radiológica. El contenido de la página web debe ser una pregunta con las opciones establecidas en 'RespuestasOpciones'. En realidad es el prefijo de un conjunto de página web-pregunta que sigue el patrón: 'Url' 'DIAPOSITIVA + <índice> + 'ExtensionDiapositiva' .
Test Nemo	varchar(8)	SI		Identificador alfanumérico del test. Se fuerza a que exista para forzar la documentación de la evaluación.
Observaciones	varchar(255)	SI		Se fuerza a que exista para forzar la documentación de la evaluación.
Fecha Creación	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática por el gestor de datos MySql.

La principal funcionalidad de esta tabla es definir el proceso de evaluación. Para ello establece la secuencia de páginas webs que muestran las preguntas de los test que seguirán el patrón

""Url' 'DIAPOSITIVA + <índice> + 'ExtensionDiaspositiva'"" , las opciones y preguntas que conceptualmente deberán mostrarse en ellas así como el número máximo de preguntas y el mínimo necesario de aciertos para ser considerado superado el test que define. Para la corrección semántica de la información mostrada es necesario y obligatorio que cada página web muestre una pregunta que contenga las opciones definidas en la columna 'RespuestaOpciones'.

All.1.4.- MedicalMasterIsland.tbelementoeducativo_respuesta

Esta tabla registra información acerca de las respuestas de los jugadores en el itinerario educativo que han seguido. Los campos que la componen son los siguientes:

Tabla All.4. Definición de las columnas de la tabla ' tbelementoeducativo_respuesta'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	Autonumérico establecido automáticamente por el sistema gestor de datos MySql.
IdUsuario	int(11)	SI	0	Identifica el jugador almacenado en la tabla 'tbusuarios' y del cual se ha registrado su proceso educativo.
IdElemento Educativo	int(11)	SI	0	Identifica el elemento educativo sobre el que registra la respuesta.
Test	tinyint(4)	SI	0	Identifica el test si es un elemento educativo tipo 'E' (Examen/Test), ó 0 en otro caso.
Superado	char(1)	SI	' '	Indica si el elemento educativo ha sido superado en cuyo caso su valor sería 'S'. Si no ha sido superado almacenaría la cadena vacía "".
IdElemento Educativo Siguiente	int(11)	SI	0	Identifica el elemento educativo siguiente que le tocaría responder. En caso de que haya superado indicado por la columna 'Superado'='S' indica el siguiente que le corresponde. Si no ha sido superado sería igual al elemento educativo actual que no ha sido superado. En caso de que el elemento educativo sea de tipo 'E' (Examen) y el jugador deba de superar varios test solo el último tendría el 1
TestSiguiente	tinyint(4)	SI	0	Identifica el test siguiente que debe ser evaluado si es un elemento educativo tipo 'E' (Examen/Test), ó 0 en otro caso.
Respuestas	varchar(255)	SI	"	Almacena las respuestas respondidas posicionalmente. Si la respuesta es correcta tendrá una letra ('a','b,...'e'), pero si es incorrecta tendrá una 'X' o una '?' si no ha sido respondida. La posición 1 se corresponde con la respuesta a la pregunta 1, en la posición 2 la respuesta a la pregunta 2, así sucesivamente hasta la posición 15 la respuesta a la pregunta 15. En la posición 0 siempre el '_' ya que se corresponde con la pregunta 0 o diapositiva de presentación del test.
Aciertos	int(11)	SI	0	Almacena el número de aciertos que se calcula con el número de respuestas correctas registradas en la columna 'Respuestas', es decir, distintas de 'X' (Fallo) o '?' (No respondidas).
Tiempo Empleado	smallint(6)	SI		Tiempo empleado en segundos. Se registran por intervalos de 5 segundos.
Observaciones	varchar(255)	NO		Texto libre descriptivo
Fecha Creación	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática por el gestor de datos MySql.

La principal funcionalidad de esta tabla es implementar la navegación guiada del proceso educativo. Cada registro de esta tabla indica al siguiente elemento educativo que debe visualizarse en la columna 'IdElementoEducativoSiguiente'. En caso de ser un elemento educativo tipo 'C' (Curso) y no haberse superado (Superado=' ') la columna 'IdElementoEducativoSiguiente' apuntará al mismo elemento educativo que no ha sido superado. Si ha sido superado apuntará al establecido en la tabla 'tbelementoeducativo.ElementoEducativoSiguiente'. En caso de ser un elemento educativo tipo 'E' (Examen) su comportamiento es similar solo que en caso de que se configure el elemento educativo para sean superados más de un test este apuntara al mismo elemento educativo aunque haya sido superado (Superado='S' y IdElementoEducativo=IdElementoEducativoSiguiente). La configuración del número de test que deben superarse se realiza en el script LSL. En definitiva implementa el itinerario formativo del jugador ya que se indica en la columna "IdElementoEducativoSiguiente" cuál será el siguiente elemento educativo que deberá de cargarse.

All.1.5.- MedicalMasterIsland.tbsalaformacion

Esta tabla registra información acerca de las salas de formación en donde se desarrolla el juego. Su principal funcionalidad es almacenar las coordenadas de salto que son utilizadas por los prim de salto para acceder a los paneles informativos de los elementos educativos tipo 'C' (Curso).

Tabla All.1.5.1.- Definición de las columnas de la tabla 'tbsalaformacion'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	Autonumérico establecido automáticamente por el sistema gestor de datos MySql.
Nombre	varchar(255)	SI	' '	Texto descriptivo.
Posición Sala Formación	varchar(32)	SI	<0,0,0.0,0.0>	Coordenadas espaciales donde se ubica dentro de la MedicalMasterIsland.
Posición Retorno Isla	varchar(32)	SI		Coordenadas espaciales de retorno usado por los prim de salto. Depende del script LSL si se usa o no.
Tipo	char(1)	SI	A	Identifica el tipo: 'I'-Informativo o 'A'-Aprendizaje.
Observaciones	varchar(255)	SI		Se fuerza a que exista para forzar la documentación de la evaluación.
Fecha Creación	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática por el gestor de datos MySql.

AII.1.6.- MedicalMasterIsland.tbsalaevaluacion

Esta tabla registra información acerca de las salas de evaluación en donde se realiza la evaluación en el juego. Su principal funcionalidad es almacenar las coordenadas de salto que son utilizadas por los prim de salto para acceder a los paneles de evaluación de los elementos educativos tipo 'E' (Examen), pero más importante es controlar el acceso a las plataformas que se hace en base a que haya sobre ellas un avatar o jugador. Si lo hay se negará el paso hasta que no sea liberada en cuyo caso la columna 'UUIAvatar' estará vacía ya si tiene un valor indica que está ocupada.

Tabla AII.6. Definición de las columnas de la tabla 'tbsalaevaluacion'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	Autonumérico establecido automáticamente por el sistema gestor de datos MySql
Nombre	varchar(255)	SI	' '	Texto descriptivo
Posición Plataforma Evaluación	varchar(32)	SI	0.0,0.0,0.0	Coordenadas espaciales donde se ubica dentro de la MedicalMasterIsland.
Posición Retorno Isla	varchar(32)	SI		Coordenadas espaciales de retorno usado por los prim de salto. Depende del script LSL si se usa o no.
UUIAvatar	varchar(64)	SI	' '	En caso de que haya un jugador (avatar) en la plataforma se registra en esta columna su identificador UUID (key). Si no ningún avatar estará vacío.
Observaciones	varchar(255)	SI		Se fuerza a que exista para forzar la documentación de la evaluación.
FechaCreacion	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática por el gestor de datos MySql

AII.1.7.- MedicalMasterIsland.tbtraza

Esta tabla registra información acerca de trazas de información de control que generan los jugadores. Su principal funcionalidad es almacenar información de control que nos permita su explotación posteriormente por parte del administrador del juego.

Tabla AII.7.- Definición de las columnas de la tabla 'tbtraza'.

Columna	Tipo	Obligatoriedad	Valor por Defecto	Observaciones
Id	int(11)	SI	Autonumérico	
UUID	varchar(64)	SI		Identificador único (key) a trazar.
IdElemento	int(11)	SI		Identificador del elemento trazeado.
Tipo	tinyint(4)	SI	0	Establecimiento a criterio del usuario.
Operación	varchar(64)	SI		Establecimiento a criterio del usuario.
Observaciones	varchar(255)	NO		Texto Descriptivo de la traza.
Fecha Creación	timestamp	SI	Fecha del Sistema	Se establece cuando se crea el registro de forma automática por el gestor de datos MySql

AII.2.- Scripts LSL (Linden Script Language).

Los elementos o primitivas del mundo virtual en la Medical Master Island son dotados de funcionalidades complejas mediante el uso de scripts de programación en lenguaje LSL. Mediante estos scripts los elementos construidos en el mundo virtual de Second Life adquieren capacidades y funcionalidades no disponibles de forma nativa. Estas funcionalidades extras son la que implementan las reglas del juego radiológico *Alone in the Sky*.

En la siguiente tabla se muestran los scripts añadidos a los prims de Second Life, las funcionalidades que implementan y como se configuran en base a una serie de variables internas de configuración:

Tabla AII.8.- Listado de Scripts LSL.

Script	Variables de Configuración	Observaciones
Sala Formación	IdSala	Script asociado al prim de salto que controla el acceso a las salas de formación. <i>IdSala</i> es el <i>Id</i> del registro de la tabla 'tbsalaformacion' que contiene la información necesaria para calcular el salto a la sala.
Alta Usuario		Script de alta de usuario en la tabla 'tbusuarios'.
Actualizar Usuario		Script para actualizar los datos de la tabla 'tbusuarios'.
Autorización Usuario		Script para controlar la autorización del usuario accediendo al estado del jugador establecido en la tabla 'tbusuarios'.
EE Curso	IdEE DISTANCIA_MINIMA=5	Script asociado a los paneles formativos que muestran la lección radiológica. <i>IdEE</i> es el <i>Id</i> del registro de la tabla 'tbelementoeducativo' que contiene la información del elemento educativo. Por ejemplo <i>IdEE</i> =11 se refiere al Sub-bloque 11 de Anatomía Radiológica del Tórax.
EE Examen	IdEE MinimoTestSuperados MaximoTestIntentos	Script asociado a los paneles evaluadores que muestran los test de examen. <i>IdEE</i> es el <i>Id</i> del registro de la tabla 'tbelementoeducativo' y 'tbelementoeducativo_test' que contiene la información del elemento educativo y su tests de evaluación. Por ejemplo <i>IdEE</i> =19 se refiere al test de examen del Bloque 1 de Anatomía Radiológica del Tórax. <i>MinimoTestSuperados</i> establece el número mínimo de Test superados para pasar el examen. <i>MaximoTestIntentos</i> establece el número máximo de Test intentados para pasar el examen.
Siguiente		Script que calcula el siguiente elemento educativo que tiene que acceder el usuario/jugador.
Semáforo Sala Evaluación	IdSala INTERVALO_T_DESARROLLO INTERVALO_T_PRODUCCION	Script que controla el acceso a la sala de evaluación. <i>IdSala</i> es el <i>Id</i> del registro de la tabla 'tbsalaevaluacion' que contiene la información de la sala de evaluación y por quien está ocupada. <i>INTERVALO_T_DESARROLLO</i> es el periodo en segundo que se activa el temporizador de control de presencia para el entorno de desarrollo. <i>INTERVALO_T_PRODUCCION</i> ídem pero para el entorno de producción.
Control Colisión Plataforma Evaluación	Id DISTANCIA_MINIMA INTERVALO_DESARROLLO INTERVALO_PRODUCCION	Script que controla las colisiones en la sala de evaluación. <i>Id</i> es el <i>Id</i> del registro de la tabla 'tbsalaevaluacion' que contiene la información de la sala de evaluación y por quien está ocupada. <i>DISTANCIA_MINIMA</i> en metros del radar que controla la presencia. <i>INTERVALO_DESARROLLO</i> es el periodo en segundo que se activa el temporizador de control de presencia para el entorno de desarrollo. <i>INTERVALO_PRODUCCION</i> ídem pero para el entorno de producción.
Control Presencia	DISTANCIA INTERVALO_T_DESARROLLO INTERVALO_T_PRODUCCION INTERVALO_S_DESARROLLO INTERVALO_S_PRODUCCION	Script que controla si los usuarios de las salas de formación 1 y 2 son jugadores validos del juego. Si no lo son serán expulsados a su punto base. <i>DISTANCIA</i> en metros del radar que controla la presencia. <i>INTERVALO_T_DESARROLLO</i> es el periodo en segundo que se activa el temporizador de control de presencia para el entorno de desarrollo.

		INTERVALO_T_PRODUCCION ídem pero para el entorno de producción. INTERVALO_S_DESARROLLO es el periodo en segundo que se suspende el control de presencia para el entorno de desarrollo. INTERVALO_S_PRODUCCION ídem pero para el entorno de producción.
Ranking	Id INTERVALO_T	Script que muestra el ranking de los resultados de los exámenes tipo test. Id es el Id del registro de la tabla 'tbelementoeducativo' y 'tbelementoeducativo_test' que contiene la información del elemento educativo y su tests de evaluación. Por ejemplo IdEE=19 se refiere al test de examen del Bloque 1 de Anatomía Radiológica del Tórax. INTERVALO_T es el periodo en segundo que se carga la página 'MedicalMasterIslandId.jsp' que muestra el Ranking del bloque educativo Id.
Resultado		Script que muestra los resultados del usuario que toca el prim panel de resultados al cual está asociado. Carga de la página 'Index.jsp pasándole como parámetro el Id de la tabla 'tbusuarios'.

Todos los scripts disponen de forma general las variables booleanas de configuración *DEBUG* y *PRODUCCION*. La variable *DEBUG* activada (igual a TRUE) indica que serán mostrados mensajes de depuración a los usuarios/avatars próximos al prim que lleva incrustado el script LSL. Es usado para la depuración de código y se recomienda que solo sea activada por el programador de los scripts LSL. La variable *PRODUCCION* activada indica que será usada la dirección IP del servidor de producción (150.214.49.180). Así mismo, los parámetros relacionados con los temporizadores (INTERVALO_) pueden afectar a la fluidez del juego si son activados muy frecuentemente. Se recomienda que solo sean alterados en caso de necesidad.

AII.3.- Servicios Webs 'WSMedicalMasterIsland'.

Los scripts LSL anteriormente descritos hacen uso de servicios webs (Web Services) para acceder a la base de datos del modelo de datos descrito previamente. Estos servicios webs proporcionan una interfaz de servicio pública cuyo objetivo es proporcionar a los scripts acceso a la información registrada en las tablas del modelo de datos 'MedicalMasterIsland' del motor de datos relacional MySql. En la tabla siguiente muestra un listado de los servicios webs junto con la información y formato en que la devuelve a los scripts:

Tabla AII.9. Listado de los Servicios Webs con sus parámetros de entrada, salida y condiciones de éxito y error en su ejecución.

Web Service	Valor Exito	Valor Error	Observaciones
SalaFormacion (Id)	Nombre Posición SalaFormacion PosicionRetornolsla	<ERROR_SalaFormacion>;	Extrae los datos de la sala de formación para el prim de salto.
SalaEvaluacion (Id)	Nombre PosicionPlataformaEvaluacion PosicionRetornolsla IdElementoEducativoRetorno UUIDAvatar FechaVigencia TiempoMaximo	<ERROR_SalaEvaluacion>	Extrae los datos de la sala de evaluación para el prim de salto.
SalaEvaluacionAvatar (Id, UUID)	1	[ERROR_U,...]	Actualiza la columna 'UUIDAvatar' de la sala de evaluación para indicar que está ocupada. Devuelve el número de registro actualizados en caso de éxito.
EE (Id)	Nombre TipoEE TipoResultado TipoEvaluacion Url	<ERROR_EE>	Extrae los datos del elemento educativo tipo Curso.

	Posición Canal TiempoMinimo TiempoMaximo PrecondicionElementoEducativo ElementoEducativoSiguiete Observaciones		
EETest (IdEE, IdUsuario, MinimoTestSuperados, MaximoTestIntentados)	Posición Canal TiempoMinimo TiempoMaximo Nombre Url NumeroDiapositivas ExtensionDiapositiva MinimoSuperado RespuestasOpciones RespuestasCorrectas TestNemo Test ElementoEducativoSiguiete TestSiguiete	SUPERADO_EETest INTENTOS_EETest ERROR_EETest	Extrae los datos del elemento educativo tipo Examen. Devuelve <i>SUPERADO_EETest</i> si ya ha superado el examen y no debe de realizarlo de nuevo. Devuelve <i>INTENTOS_EETest</i> si ha superado el número máximo de intentos. Devuelve <i>ERROR_EETest</i> si no ha podido extraer la información
EERespuesta (IdUsuario, IdElementoEducativo, IdElementoEducativoSiguiete, Test, TestSiguiete, Respuestas, Aciertos, Superado, TiempoEmpleado, Observaciones, MinimoSuperado)	1	<ERROR_EERespuesta>	Registra la respuesta de un test de examen.
EESiguiete (IdUsuario)	Posición	1.1,1.1,1.1 0.0,0.0,0.0	Calcula las coordenadas de salto del siguiente elemento educativo que le corresponde acceder al usuario. "1.1,1.1,1.1" indica que sala de evaluación ocupada por el script Isl. "0.0,0.0,0.0" indica error en el cálculo de las coordenadas.
Traza (UUID, IdElemento, Tipo, Operación, Observaciones)	1	<ERROR_Traza>	Registra información de control.
AvatarAlta (UUID, Estado, CanalBase, Nombre, Apellido1, Apellido2, Email, Localidad, Provincia, Pais, Profesion, Universidad, Observaciones)	id	Mensaje Descriptivo del error.	Da de alta el usuario en la tabla <i>'tbusuarios'</i> .
AvatarActualizacion (UUID, Estado, CanalBase, Nombre, Apellido1,	1	Mensaje Descriptivo del error.	Actualiza los datos del usuario en la tabla <i>'tbusuarios'</i> .

Apellido2, Email, Localidad, Provincia, Pais, Profesion, Universidad, Observaciones)			
AvatarAutorizacion (UUID, IdEE)	Id	[BLOQUEADO]" [ESPERA_AUTORIZACION] [DESCONOCIDO] <NO_EXISTE> [NO AUTORIZADO...]	Comprueba el estado del usuario/jugador. Retorna su identificador en caso de que este activo. En otro caso devuelve un mensaje con la causa de error.
AvatarEstado (UUID, Estado)	1	<ERROR_U_Avatar>	Actualiza el estado del usuario en la tabla 'tbusuarios'.
AvataresActivos()	{UUID}		Devuelve la lista de usuarios activos.

AII.4.- Páginas JSP 'WSMedicalMasterIsland.JSP'.

Los scripts LSL anteriormente descritos además de hacer uso de servicios webs acceden a la base de datos mediante páginas jsp con el objetivo de mostrar información relevante en el desarrollo del juego, concretamente, los resultados obtenidos individualmente por cada jugador y un ranking de resultados globales. Estas páginas se asocian a paneles informativos ubicados en las salas de formación e información siendo utilizados para mostrar los resultados individuales por jugador y globales por bloque formativo en forma de ranking de los resultados. En la tabla siguiente muestra un listado de las páginas jsp y la información que retorna al jugador:

Tabla AII.10.- Listado de las páginas Java Server Page utilizadas para mostrar los resultados y ranking de los Bloques Formativos del juego *Alone in the Sky*.

Página JSP	Parámetros	Observaciones
Index.jsp	Id	Muestra los resultados globales del usuario indicado por el parámetro 'Id'.
MedicalMasterIslandId.jsp	Id	Muestra el ranking de resultados del bloque formativo indicado por el parámetro 'Id'.
MedicalMasterIsland.jsp		Muestra los resultados globales agrupados por bloque formativo.