

**Universidad Internacional de La Rioja
Máster universitario en elearning y redes
sociales**

Propuesta de
metodología basada
en “*User Centered
Design*” para la
evaluación de la
idoneidad de uso de
mundos virtuales en
educación.

Trabajo Fin de Máster

presentado por: Martín-Moncunill, David

Director/a: Gómez García, Salvador.

Ciudad:

Fecha:

Agradecimientos

Plantear un experimento con usuarios como tesis o trabajo final de unos estudios no suele ser una buena opción, dado los enormes problemas a los que uno se enfrenta a la hora de encontrar usuarios, especialmente si lo que se están buscando son perfiles concretos, entre los que se encuentran profesionales con muy poco tiempo libre.

Esta obra se inserta en un contexto más amplio que comprende tres trabajos de características similares: un trabajo fin de carrera, otro de fin de grado y el de este máster, todos ellos en el área de usabilidad, sin olvidarme de unos cuantos artículos de investigación que espero que lleguen a buen puerto y me permitan lograr el doctorado próximamente.

Quiero agradecer y dedicar esta obra a todos los usuarios que accedieron a participar sin pedir nada a cambio en los distintos experimentos que he realizado hasta la fecha, especialmente a los que han participado en el presente trabajo (dado que todos estos estudios son anónimos me referiré al entorno donde les conocí):

- Asociación de Actividades Culturales de la Escuela Universitaria de Ingenieros Técnicos de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid.
- IEEE student branch – Campus Sur Universidad Politécnica de Madrid (AETEL).
- Information Engineering Research Unit, Universidad de Alcalá. Grupo de investigación del que actualmente formo parte.
- Alumnos de Kenpo de la Universidad Politécnica de Madrid. El cuál fundé en el año 2002 y todavía sigue activo y espero que por muchos años.
- Alumnos de Kenpo de la Universidad de Alcalá. Del cuál soy actualmente responsable y constituye mi principal “vía de escape”.

Por último agradecer a Nick Zwart (<http://nickzwart.blogspot.com.es/>), con quién he tenido el placer de colaborar en el proyecto de investigación SLRoute, sus consejos en cuanto a la elaboración de mundos virtuales y el haberme permitido emplear sus islas virtuales para dar mis primeros pasos en cuanto a construcción y *scripting* en “OpenSim”.

Muchas gracias a todos.

Science is made up of so many things that appear obvious after they are explained.

-- Pardot Kynes - from Frank Herbert's “Dune Messiah” novel.

Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	1
1. Introducción	2
1.1. Planteamiento del experimento	3
1.1.1. Análisis del contexto	3
1.1.2. Definición de los requisitos	3
1.1.3. Diseño de los escenarios	3
1.1.4. Evaluación y análisis de resultados	4
1.2. Estructura del documento.....	4
2. Estado del arte	5
2.1. Mundos virtuales y educación	5
2.2. Usabilidad.....	7
2.2.1. Medición de los atributos de usabilidad	9
2.3. Diseño centrado en el usuario	9
3. Objetivos y resumen metodológico	12
3.1. Objetivo General	12
3.2. Objetivos específicos.....	12
3.3. Resumen metodológico	13
4. Desarrollo específico de la contribución.....	15
4.1. Descripción del experimento	15
4.1.1. Análisis del contexto	15
4.1.2. Especificación de requisitos	22
4.1.3. Diseño de escenarios.....	24
4.1.4. Evaluación con usuarios	27
4.2. Técnicas empleadas para la evaluación y justificación	30
4.2.1. Visita guiada empleando la técnica “ <i>Contextual Inquiry</i> ”	31
4.2.2. Interacción social y cuestionario TAM	34
4.3. Descripción de los resultados.....	39

4.3.1.	Análisis del contexto	39
4.3.2.	Especificación de requisitos	41
4.3.3.	Diseño de escenarios.....	45
4.3.4.	Evaluación	51
4.4.	Discusión de los resultados	57
4.4.1.	Resultados de la prueba “Visita Guiada”	57
4.4.2.	Resultados del estudio TAM tras la prueba de “Interacción Social”	59
5.	Conclusiones y trabajo futuro	63
5.1.	Conclusiones sobre la idoneidad de uso del mundo virtual	63
5.2.	Conclusiones sobre la idoneidad de uso del mundo virtual	64
5.3.	Trabajo futuro	65
	Referencias.....	67

Índice de figuras

Figura 1: <i>Etapas de DCU según la norma ISO 13407</i>	10
Figura 2: <i>Preguntas que surgen en el desarrollo de un proyecto y técnicas de usabilidad para contestarlas</i>	11
Figura 3: <i>Etapas de la metodología y técnicas de usabilidad empleadas</i>	13
Figura 4: <i>Cuestionario para selección de usuarios</i>	16
Figura 5: <i>Instantánea de la presentación sobre mundos virtuales, mostrando la evolución de los mismos</i>	18
Figura 6: <i>Instantánea de la presentación sobre mundos virtuales, mostrando distintos usos en "SecondLife" y "Minecraft"</i>	19
Figura 7: <i>Instantánea de la presentación sobre mundos virtuales, presentando la plataforma "OpenSim"</i>	19
Figura 8: <i>Prototipo en papel del mapa completo</i>	24
Figura 9: <i>Fragmento de cuestionario empleado para evaluar la usabilidad del portal del proyecto europeo de investigación "VOA3R"</i>	33
Figura 10: <i>Como configurar un visor para acceder a un mundo virtual en "OpenSim"</i>	37
Figura 11 y Figura 12: <i>Tutorial interactivo sobre "OpenSim" en la isla de "Arcadia"</i>	38
Figura 13: <i>Mapa mental, "¿Cómo identificar el nivel de otros jugadores (PCs) para reconocerles y poder ayudarles?" (afirmación "M")</i>	41
Figura 14: <i>Raistlin: el profesor invitado (scenarios & personas)</i>	42
Figura 15: <i>Goldmoon: una profesora buscando mejorar su perfil académico (scenarios & personas)</i>	43
Figura 16: <i>Tanis: un investigador experimentado (scenarios & personas)</i>	43
Figura 17: <i>Kit: una investigadora novel (scenarios & personas)</i>	44
Figura 18: <i>Tas: un alumno no orientado a la investigación</i>	44
Figura 19: <i>Tika: una alumna con aspiraciones investigadoras</i>	45
Figura 20: <i>Prototipo en papel del mapa completo, definiendo los distintos escenarios</i>	46
Figura 21: <i>Prototipo en papel del mapa completo, definiendo los distintos escenarios</i>	51
Figura 22: <i>Construyendo el "video-wall" sobre "Mendeley"</i>	52
Figura 23: <i>Construyendo la sala de presentaciones</i>	52
Figura 24: <i>NPCs a la entrada. El usuario se encuentra junto a Stilgar (vestido naranja) al fondo se distingue "Jessica" (vestido púrpura)</i>	53
Figura 25: <i>Usuario vistiendo la camiseta de "Científico", justo detrás el "video-wall" sobre "Mendeley" que aparece también en la figura 22</i>	54
Figura 26: <i>Textura empleada para la creación de la camiseta</i>	54

Índice de tablas

Tabla 1 : Objetivos del trabajo relacionados con las etapas de la metodología.....	14
Tabla 2 : Datos demográficos de los participantes en el estudio.....	17
Tabla 3 : Preguntas del cuestionario para el estudio de percepción y expectativas.	21
Tabla 4 : Participantes en la sesión de “Brainstorming”.....	23
Tabla 5 : Participantes en la sesión de “Pluralistic walkthrough”.....	26
Tabla 6 : Preguntas del cuestionario TAM relativas a la facilidad de uso.....	35
Tabla 7 : Preguntas del cuestionario TAM relativas a la utilidad percibida.	36
Tabla 8 : Perfiles principales (en la primera fila) e identificadores de usuario pertenecientes a ese perfil (segunda fila), diferenciados por colores que se usarán a lo largo de la obra para mostrar los resultados.....	39
Tabla 9 : Resultados del estudio sobre la percepción y expectativas de los usuarios.	40
Tabla 10: Escenario 1: Bienvenida.....	46
Tabla 11: Escenario 2: Camino a la ciudad.....	47
Tabla 12: Escenario 3: Prueba a la entrada.....	47
Tabla 13: Escenario 4: Conociendo la ciudad.....	47
Tabla 14: Escenario 5: El proceso de revisión por pares.....	48
Tabla 15: Escenario 6: Publicación.	48
Tabla 16: Escenario 7: La biblioteca y escritura colaborativa.	49
Tabla 17: Escenario 8: Presentaciones en conferencias y congresos.	49
Tabla 18: Listado de tareas a realizar durante la evaluación.....	50
Tabla 19: Resultados de la prueba “Visita Guiada” siguiendo el modelo propuesto en la figura 9. No se han separado los resultados por grupos de usuarios, tal como se hizo en la tabla 9, al no existir diferencias significativas entre estos.	55
Tabla 20: Resultados de la prueba “Interacción Social”. Respuesta al formulario del estudio TAM relativas a la facilidad de uso, tal como aparecen en la tabla 6.	56
Tabla 21: Resultados de la prueba “Interacción Social”. Respuesta al formulario del estudio TAM relativas a la utilidad percibida, tal como aparecen en la tabla 7.	56

Resumen

En los últimos años el uso de mundos virtuales en el contexto educativo ha adquirido gran popularidad. Se han reportado múltiples casos de éxito sobre recomendaciones de cara a la implementación y mantenimiento de los mismos, así como listados de beneficios potenciales del empleo de los mismos. Sin embargo, el empleo de un mundo virtual, puede que no sea el enfoque más adecuado para determinados casos y aun siguiendo las recomendaciones establecidas, el éxito no estaría garantizado. El presente estudio se propone cubrir el hueco existente de cara a la toma de esta decisión, esto es, concluir si el empleo de un mundo virtual en un contexto determinado resulta adecuado. Para ello se ha propuesto una metodología basada en los principios de Diseño Centrado en el Usuario que se ha puesto a prueba en el contexto del Master en e-Learning y Redes Sociales de la UNIR, en cuanto a la enseñanza de materias relacionadas con la metodología y práctica de la investigación. Los resultados muestran claramente a la idoneidad de uso del mundo virtual y apuntan a que la metodología propuesta resulta consistente, suficiente para cumplir con los objetivos que se habían propuesto y extrapolable en otros contextos educativos.

Palabras Clave: “mundos virtuales, educación, e-learning, diseño centrado en el usuario, usabilidad”

Abstract

In recent years, the use of virtual worlds in educational context has become very popular. Several successful cases describing the potential benefits of their use and containing recommendations for their implementation and maintenance have been reported. However, the use of a virtual world, may not be the most appropriate approach for particular cases and success could not be guaranteed even following the established recommendations. This study aims to find a way to support making this decision, that is, to conclude whether the use of a virtual world in a specific context is appropriate or not. In order to achieve this aim a methodology based on the principles of User Centered Design has been proposed. The methodology has been tested in the context of the UNIR’s master on e- Learning and Social Networks, and more precisely on those subjects related to the research methodology and practice. Results clearly show the suitability of using a virtual world and reflect that the proposed methodology is consistent, sufficient to meet the proposed objectives and extrapolable to other educational contexts.

Keywords: “virtual worlds, education, e-learning, user centered design, usability”

1. Introducción

El uso de mundos virtuales en el contexto educativo ha adquirido gran popularidad en los últimos años existiendo una gran cantidad de exitosas experiencias publicadas a este respecto.

Estas investigaciones podrían interpretarse como la garantía de éxito en el empleo de un mundo virtual para la impartición de cualquier tipo de materia, asignatura o curso siempre que se sigan las recomendaciones que se han extraído de dichas experiencias anteriores.

Sin embargo, puede resultar que el empleo de un mundo virtual no sea el enfoque más adecuado para determinados casos, bien por la asignatura, los usuarios o cualquier otro elemento del contexto de aprendizaje; o simplemente que el esfuerzo de desarrollo no merezca la pena, pues no resulte económica ni educativamente rentable. Por tanto, se establece que la decisión de trasladar una asignatura existente a un mundo virtual para impartir parte o la totalidad de su contenido, requiere necesariamente de un análisis previo antes de adentrarse en un trabajo de tamaña magnitud.

La motivación de este trabajo de investigación es acometer una evaluación sobre la idoneidad del uso de un mundo virtual para la impartición de contenidos de dos de las asignaturas cursadas en el Master Universitario en e-Learning y Redes Sociales de la UNIR: “Metodología y práctica de la investigación” y “Razonamiento y redacción científicos”¹. Esta evaluación estará basada en los principios de usabilidad y seguirá una metodología acorde a las pautas del diseño centrado en el usuario. De esta forma se esperan obtener dos tipos principales de resultados:

1. Los de la propia evaluación, que nos indiquen sobre la idoneidad del uso del mundo virtual, tras la realización de diversos experimentos.
2. Los relacionados con los procesos y técnicas empleadas para la evaluación. Estos constituirán un enfoque metodológico basado en el diseño centrado en el usuario que podrá ser ensayado completamente en otros contextos, consiguiendo así la validación y confección final de una metodología propia.

Se debe tener en cuenta que para la consecución del punto dos (esto es, la propuesta final de una metodología validada) sería necesario comprobar la validez de los resultados de la evaluación. Esto supondría estudiar los resultados de llevar a la práctica la adecuación de los contenidos según esta evaluación al mundo virtual y hacerlo en distintos contextos, lo cual queda fuera del ámbito de este trabajo.

¹ En adelante se hará referencia solo a conocimientos ligados a la “Metodología y práctica de la investigación” para abreviar, y dado que “Razonamiento y redacción de textos científicos” podrían considerarse como parte de la “práctica de la investigación”.

2.

Propuesta de metodología basada en “User Centered Design” para la evaluación de la idoneidad de uso de mundos virtuales en educación.

1.1. Planteamiento del experimento

El presente estudio propone una metodología basado en los principios del diseño centrado en el usuario para evaluar la idoneidad de emplear un mundo virtual para la impartición de una materia, y en tal caso, suministrar un primer “feedback” que sirva como guía fundamental del desarrollo final.

Con el fin de validar la propuesta metodológica, se ha realizado un estudio sobre el empleo de un mundo virtual para las asignaturas ligadas al ámbito de la investigación que se imparten en el máster donde se inscribe el presente trabajo, a saber “Metodología y práctica de la investigación” y “Razonamiento y redacción científicos”.

El experimento se estructuró en cuatro fases que identifican a su vez las de la metodología propuesta:

1.1.1. Análisis del contexto

Se emplearon técnicas de inspección que permitieron realizar un primer análisis del contexto partiendo del estudio del estado del arte (resumido en la parte correspondiente de este documento), complementado con un análisis heurístico donde se evaluaron las posibilidades que ofrecen los mundos virtuales en el contexto educativo, contrastando la información con experiencias debidamente realizadas y revisadas siguiendo un enfoque científico. Esto permitió plantear el primer experimento con usuarios, orientado a captar sus impresiones y expectativas iniciales, con el fin de definir el contexto con la mayor exactitud posible.

1.1.2. Definición de los requisitos

Una vez definido el contexto y a partir de la información recogida en la prueba con usuarios se procedió a la definición de los requisitos. Para ello se realizó una sesión de “*brainstorming*” (Bouchard Jr. & Hare, 1970) cuyo resultado se plasmó en la definición de personas y escenarios (Da Silva et al., 2011).

1.1.3. Diseño de los escenarios

El objetivo de la fase de diseño indica la forma de llevar al mundo virtual “OpenSim” los escenarios definidos en la fase anterior, de modo que permitiera la experimentación y la obtención de resultados con el fin de obtener datos suficientes para evaluar la idoneidad del empleo del mundo virtual. Se realizaron distintos prototipos iniciales mediante la técnica conocida como “*Paper prototyping*” (Nielsen, 2003), los cuales fueron empleados en una sesión de “*pluralistic walkthrough*” (Nielsen 1994b). Los resultados obtenidos en dicha fase facultaron la implementación del mundo virtual.

3.

Propuesta de metodología basada en “*User Centered Design*” para la evaluación de la idoneidad de uso de mundos virtuales en educación.

1.1.4. Evaluación y análisis de resultados

Para la evaluación se realizaron dos experimentos con usuarios. En la primera los usuarios probaron el entorno en solitario, realizando un test compuesto por distintas tareas siguiendo los principios de la técnica “*Guided Walkthrough*” (Karat et. al., 1992). La segunda consistió en una prueba en grupo, que se realizó mediante un evento síncrono donde se buscaba evaluar las posibilidades de interacción social.

1.2. Estructura del documento

El documento queda dividido en cinco bloques:

- El primer bloque introduce el estudio, mostrando su motivación, planteamiento y etapas a seguir.
- El segundo bloque contiene un estudio del estado del arte, dividido en tres capítulos: mundos virtuales y educación, usabilidad y diseño centrado en el usuario; atendiendo a las principales áreas del conocimiento que están presentes en esta obra.
- El tercer bloque define el objetivo general del trabajo (capítulo uno), los objetivos específicos (capítulo dos) e incluye un resumen del enfoque metodológico (capítulo tres).
- El cuarto bloque contiene el desarrollo específico de la contribución. Queda dividido en cuatro capítulos, a saber, la descripción completa del experimento y la metodología empleada, las técnicas empleadas para la evaluación y su justificación, la descripción de los resultados de la evaluación del prototipo construido y finalmente la discusión de los mismos.
- El quinto bloque desarrolla las conclusiones, informando del alcance y relevancia de la aportación, existiendo:
 - Un primer capítulo en cuanto a las conclusiones de la idoneidad de uso de un mundo virtual para la enseñanza de materias relacionadas con la metodología y práctica de la investigación, en el contexto del “Máster en e-Learning y Redes Sociales de la UNIR”.
 - Un segundo capítulo en cuanto a las conclusiones de la metodología empleada en sí misma y su aplicación en otros ámbitos.
 - Un tercer capítulo sobre las perspectivas de futuro del trabajo desarrollado.

2. Estado del arte

2.1. Mundos virtuales y educación

Los mundos virtuales (Bell, 2008) son entornos ficticios donde los humanos pueden interactuar social y económicamente, a través de una representación suya en el mismo, típicamente conocida como “avatar”. Los mundos virtuales existían antes de la explosión de Internet en 1995 (Chung et. al., 1990), pero su popularización ha potenciado enormemente el desarrollo y uso de los mismos, principalmente en el área del ocio digital interactivo, en otras palabras, los videojuegos (Yee, 2014) y las relaciones personales (Jung & Pawlowski, 2014). Existen otras dos áreas en las que los mundos virtuales han adquirido gran relevancia: la medicina (Ghanbarzadeh et. al., 2014) y la educación. Dentro de esta última área se enmarca el presente trabajo y cuya literatura se analizará en esta sección en mayor detalle.

Uno de los primeros acercamientos al uso de mundos virtuales con fines educativos fue el descrito por Loftin et. al., (1993) referente al desarrollo de un laboratorio virtual de Física. Actualmente, la investigación respecto al uso de mundos virtuales en educación es muy prolífica. De ello dan cuenta la aparición de revistas académicas dedicadas en exclusiva a este tema: “*Journal of the Immersive Education Initiative*”², “*The Journal of Virtual Worlds Research*”³, “*The Journal of Virtual Worlds and Education*”⁴ y “*The Journal of Virtual Studies*”⁵.

Esta expectación profesional y académica responde a las posibilidades de cara a la representación de entornos e interacción que ofrecen los mundos virtuales. Entre ellos destacan los empleados en el área de la educación de carácter multiusuario e inmersivos en 3D. Dentro de estos, los dos casos más conocidos son “*Second Live*”⁶ y “*OpenSim*”⁷, siendo ambos *software* no comercial. *Open Sim* utiliza el mismo standard de comunicación que *Second Live* y su estética es muy similar, sin embargo, este primer simulador es de código abierto lo que ha potenciado su popularidad en los últimos años.

La literatura sobre el uso de este tipo de mundos virtuales en educación es muy extensa. Autores como Waburton (2009), Lee (2009, 2011), Dalgarno & Lee (2010), Morgado et. al. (2010), Yoon & George (2013) y Pellas (2014) han evaluado y resumido las posibilidades generales que ofrece el uso de estos entornos, basándose en estudios realizados con usuarios reales.

² <http://jied.org/>

³ <http://jvresearch.org/>

⁴ <http://jvresearch.org/>

⁵ <http://ejournal.urockcliffe.com/index.php/JOVS/index>

⁶ <http://secondlife.com>

⁷ <http://www.opensimulator.org/>

5.

Propuesta de metodología basada en “*User Centered Design*” para la evaluación de la idoneidad de uso de mundos virtuales en educación.

Dentro de esta amplio conjunto de estudios se puede destacar una primera clasificación ligadas a aquellos destinados a la evaluación en la educación formal (Kennedy-Clark et al., 2009) (Hew, K. & Cheung, 2010) (Gregory et. al., 2013), (Di Blas & Paolini, 2014) y su uso para aprendizaje informal (Lukman & Krajnc, 2012), en aprendizaje colaborativo (Meggs et. al., 2011), el denominado “blended learning” (Pellas & Kazanidis, 2013), por descubrimiento (Lee & Dalgarno, 2011) o el aprendizaje centrado en el estudiante (Hannafin et. al. 2014).

Otros aspectos que han despertado gran interés son el uso que hacen los profesores y su formación (Muir et. al., 2013; Nussli & Oh, 2013; Oh & Nussli, 2014; Guzzetti & Stokrocki, 2014), el empleo de técnicas de gamificación y videojuegos (Alexander, 2008; McDaniel & Telep, 2009; Parise & Grosina, 2012; Vogel-Walcutt et. al., 2014) y su utilidad en el ámbito de la discapacidad (Greffou et. al., 2012; Gilbert et. al. 2013; Bouck et. al., 2014; Stichter et. al., 2014).

La experiencia extraída de estudios como los anteriormente mencionados han ido estableciendo recomendaciones sobre el diseño de mundos virtuales, como las que se recogen en Ibañez et. al. (2011) o Wang et. al. (2012) sobre el uso de mundos virtuales para el aprendizaje de idiomas, o las descritas por Pellas (2014b), en el área de la programación.

En cuanto a metodologías de evaluación del empleo de mundos virtuales en el ámbito educativo, De Freitas & Olivier (2006) analizaron como evaluar de la forma más efectiva posible el impacto del aprendizaje con juegos y simulaciones educativas, perfilando un modelo al que denominaron “*The Four Dimensional Framework*” (modelo en cuatro dimensiones). Este modelo propone cuatro dimensiones, el aprendiz, los modelos pedagógicos, la representación y el contexto en el que se desarrolla el aprendizaje. Este modelo fue posteriormente empleado por de Freitas et. al. (2010), para la evaluación de experiencias de aprendizaje inmersivo en mundos virtuales.

De esta forma, aunque pueden definirse una serie de recomendaciones generales en cuanto al diseño de cursos que emplean mundos virtuales, como los descritos por Clark & Mayer (2011); existirán igualmente factores que dependan del contexto concreto y fundamentalmente de todo lo relacionado con los usuarios que participarán en el mundo virtual; hecho que se recoge en el anteriormente mencionado modelo de Freitas et. al. (2010).

Se han citado las cuestiones anteriores porque el presente estudio se ciñe a esta problemática a través de la evaluación de la idoneidad del uso de un mundo virtual para un caso educativo concreto. Esto supone la fase previa a profundizar en el diseño del mundo virtual, entendiendo que en primer lugar habría que plantearse si realmente merece la pena invertir recursos en el desarrollo de un mundo virtual y dado el caso, indagar cuál sería la manera más adecuada de hacerlo definiendo de forma clara aspectos ligados al aprendiz, metodología pedagógica, plataforma tecnológica y el resto del contexto educativo. Es fundamental entender que el presente trabajo no pretende plantear el diseño final de un mundo virtual ni evaluar un diseño ya existente.

2.2. Usabilidad

Existe un considerable número de estudios de usabilidad (Bowman & Hodges, 1997) (Bowman et. al., 2002) (Muñoz et. al., 2011) (Barcelos et. al., 2012) (Lu et. al., 2013), a partir de cuyas experiencias se han definido toda una serie de heurísticos en mundos virtuales, así como metodologías de evaluación de la usabilidad de los mismos.

El objetivo principal es la propuesta de una metodología de evaluación capaz de obtener información que permita considerar la idoneidad del uso de un mundo virtual en un contexto de aprendizaje concreto y enfocar el diseño final del mismo, tomando como guía los principios del diseño centrado en el usuario (Ritter et.al., 2014). Por tanto, se evita evaluar la usabilidad de un mundo virtual ya existente o proponer una metodología de diseño centrándose en heurísticos de usabilidad. El resultado de esta evaluación puede ser extremo, en el sentido de que durante o tras la evaluación, se considere que carece de sentido emplear un mundo virtual para el caso planteado.

Se parte de la definición usabilidad ofrecida por la ISO/IEC 9241⁸ como *“la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”*. Así pues, la usabilidad no puede, a priori, ser medida directamente al ser definida como una cualidad abstracta. Por ello, para poder estudiarla se la descompone en distintos atributos. Estos atributos han ido evolucionando a lo largo del tiempo, Shackel (1981) fue uno de los primeros investigadores en dar una definición concisa sobre usabilidad, describiendo dos atributos básicos, facilidad de uso y eficacia.

Jakob Nielsen (1993) y Ben Shneiderman (1998) dieron una perspectiva más amplia al concepto de usabilidad, diferenciándole de la utilidad e identificando 5 atributos clave de usabilidad, que se aplican a los aspectos sobre como los humanos interactúan con un sistema. Estos son “facilidad de aprendizaje” (*learnability*), “eficiencia” (*efficiency*), “tasa de errores” (*error rate*, relacionado con la eficacia de Shackel), “recuerdo en el tiempo” (*memorability*) y “grado de satisfacción” (*subjective satisfaction*).

Estos son los atributos más aceptados y empleados para establecer metas de usabilidad y realizar benchmarking de los sistemas, sin embargo, algunos autores consideran otros atributos o varían la forma de denominarlos introduciendo pequeñas consideraciones.

Por citar un ejemplo, autores como Rubin & Chisnell (2008) entienden la “Utilidad” como un atributo de la usabilidad e incluyen el atributo de “recuerdo en el tiempo”, dentro de la “capacidad de aprendizaje”, finalmente defienden que la “Accesibilidad” debe ser considerada como un atributo más de esta.

A continuación se definen los atributos de usabilidad anteriormente mencionados:

⁸ http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=16873

Utilidad

Se refiere al grado en el que un producto permite al usuario alcanzar sus metas y la voluntad que un usuario tiene de emplearlo para ello. Si el usuario no es capaz de percibir la utilidad de un producto, este no lo usará jamás, por lo que no se podrá hablar de que este sea usable. Nielsen (1993) contempla este concepto, pero no lo considera como un atributo de usabilidad, sino como una precondición y lo separa de la misma.

Eficiencia

El tiempo que requiere el usuario para alcanzar su meta con el sistema de forma precisa y completa. También se puede considerar como el número de transacciones por unidad de tiempo que el usuario puede realizar usando el sistema. En ambos casos supone una medida de tiempo cuantificable sobre el uso del sistema, cuanto mayor es la usabilidad de un sistema, más rápido es el usuario al utilizarlo, y el trabajo se realiza con mayor rapidez.

Eficacia

Indica si el sistema se comporta como el usuario espera que se fuera a comportar. Este es el atributo que Nielsen (1993) denomina como “tasa de errores”. Señala de forma cuantitativa como se expresa el número de errores cometidos por el usuario mientras realiza una determinada tarea (a lo que se denomina tasa de error). Un buen nivel de usabilidad implica una tasa de errores baja. Los errores reducen la eficiencia y satisfacción del usuario, y pueden verse como un fracaso en la transmisión al usuario del modo de hacer las cosas con el sistema.

Facilidad de aprendizaje y recuerdo en el tiempo

Muestra el tiempo que un usuario necesita para aprender a manejar el sistema (curva de aprendizaje), el cual está normalmente ligado a unos conocimientos de partida según el perfil del usuario. Se mide normalmente por el tiempo empleado con el sistema hasta ser capaz de realizar ciertas tareas en menos de un tiempo dado (el tiempo empleado habitualmente por los usuarios expertos).

Los usuarios que no emplean el sistema regularmente deben ser capaces de usar el sistema sin tener que aprender cómo funciona partiendo de cero cada vez. El atributo denominado “Recuerdo en el Tiempo” (Nielsen 1993) hace referencia a la capacidad de interactuar con el sistema tras un periodo de tiempo sin hacerlo.

Algunos autores consideran este como un atributo independiente, mientras que otros lo incluyen dentro de la facilidad de aprendizaje, puesto que lo consideran como “volver a aprender”. En cualquier caso se debe tener en cuenta que es posible que un usuario tarde más en aprender algo, pero esto una vez aprendido quede muy asentando, mientras que algo más rápido de aprender, puede también ser olvidado con facilidad.

Grado de satisfacción

Refleja la impresión subjetiva que el usuario obtiene del sistema. La percepción, sentimientos y opiniones que el usuario extrae del uso del sistema y que generalmente se extrae mediante cuestionarios escritos específicos y los comentarios obtenidos durante el desarrollo de los test. Es posible que estos atributos no contribuyan a la usabilidad del sistema en el mismo sentido, pudiendo ocurrir que el aumento de uno de ellos tenga como efecto la disminución de otro.

La usabilidad del sistema no es una simple adición del valor de estos atributos, sino que se define para cada sistema como un nivel a alcanzar para algunos de ellos.

2.2.1. Medición de los atributos de usabilidad

La enorme complejidad del ser humano aporta un alto grado de incertidumbre tanto al diseño como a la evaluación de productos interactivos, haciendo de la medición de los atributos de usabilidad una tarea de alta complejidad (Dillon, 2001). Para ello se emplean una gran variedad de técnicas que suelen dividirse en tres grupos:

- **Inspección:** Evaluadores expertos protagonizan⁹los experimentos como el “análisis heurístico” o el “paseo cognitivo” (Nielsen, 1994b).
- **“Testing”:** Evaluadores expertos protagonizan los experimentos, como la evaluación tipo *benchmark* o el protocolo “*Thinking Aloud Protocol*” (Rubin & Chisnell, 2008).
- **Indagación:** Evaluadores expertos indagan en profundidad sobre las acciones que realizan los usuarios en los experimentos, como en las entrevistas o en los “grupos de enfoque” (“*focus groups*”) (Nielsen, 1997).

2.3. Diseño centrado en el usuario

El Diseño Centrado en el Usuario (“DCU” o “*User Centered Design*” – “UCD” en inglés), es un enfoque de diseño cuyo proceso está dirigido por información sobre los usuarios, esto es, los individuos que van a hacer uso del producto (Norman, 1983).

La usabilidad es un concepto central e inherente al DCU (Hassan & Ortega, 2009). Su principal diferencia radica en que la usabilidad es un atributo de calidad, mientras que el DCU es un enfoque para lograr las metas de usabilidad de un producto o mejorarla. Así, el hecho de que un producto sea usable no implica directamente que se haya tenido que seguir el enfoque aportado por DCU, sus principios y técnicas para lograrlo (Cañada, 2003).

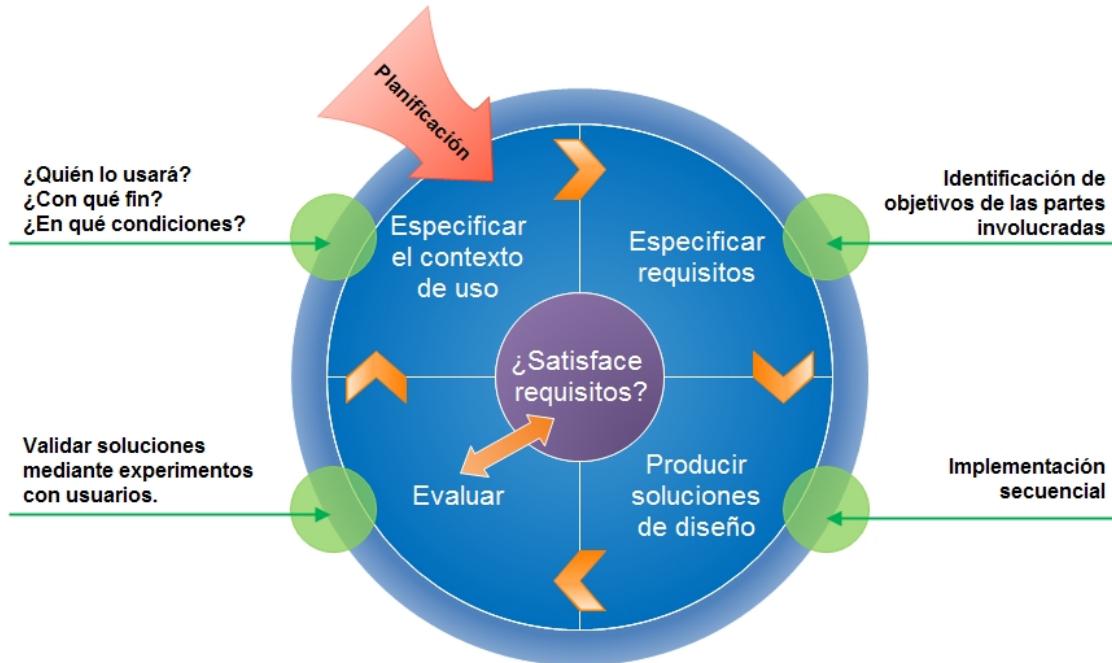
Desde el enfoque DCU, el usuario final debe prevalecer en la toma de decisiones sobre otros factores como la tecnología, la empresa, el contenido o el criterio del diseñador, (Norman & Draper, 1986) pero en ningún caso estos deben quedar desatendidos (Hassan & Ortega, 2009), puesto que fácilmente llevaría al fracaso total del proyecto.

La norma ISO 13407¹⁰ define en el proceso de DCU una evaluación de la usabilidad iterativa que busca su mejora incremental, donde las decisiones de diseño se dirigen por el usuario y los objetivos que pretende alcanzar el producto. De acuerdo a esta norma, el proceso se compone de cuatro etapas, tal como se reflejan en la figura 1.

⁹ “Protagonizan” hace referencia a que juegan el papel principal en los experimentos. Por ejemplo, como se detallará en el bloque cuatro, en la técnica “paseo cognitivo” expertos se “ponen en la piel” de un usuario y realizan distintas tareas mientras que en el protocolo TAP son los usuarios los que realizan distintas tareas mientras verbalizan sus acciones. Así en el primer caso los expertos serían los protagonistas y en el segundo los usuarios.

¹⁰ http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=21197

Figura 1: Etapas de DCU según la norma ISO 13407



Fuente: Elaboración propia

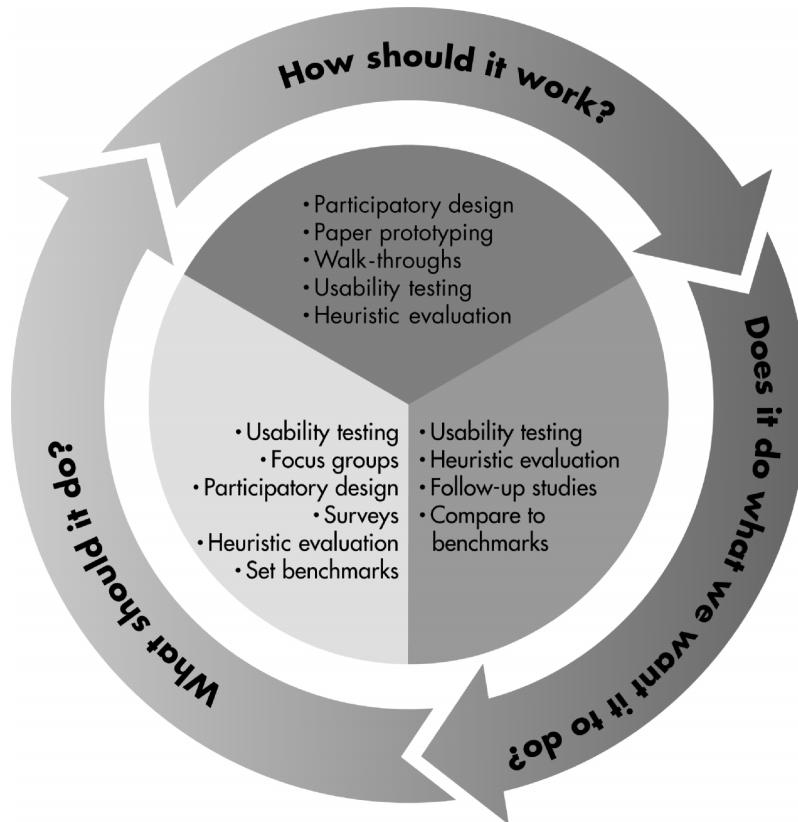
Aunque, tal como muestra la figura 1, existe una etapa denominada “Evaluación” donde se valida específicamente si el sistema satisface los requisitos de diseño, la realidad es que existe una evaluación continua, dado que en todas las etapas se pueden y deben emplear técnicas para evaluar la usabilidad.

Esto queda perfectamente recogido en la obra de Rubin & Chisnell (2008), donde proponen distintas técnicas para las etapas de un proyecto. Rubin & Chisnell hacen ver que, independientemente de la metodología de trabajo que se siga, siempre existirá una técnica de usabilidad adecuada para cada etapa y que es conveniente emplear siempre este tipo de técnicas en todas y cada una de las etapas de un proyecto.

La figura 2, extraída de esta obra (Rubin & Chisnell, 2008), refleja distintas técnicas de usabilidad que pueden ser empleadas para contestar a las distintas preguntas que se plantean a lo largo de las distintas etapas de un proyecto, a saber:

- ¿Qué debe hacer? → Típicamente, etapas ligadas al análisis de contexto, captura y definición de requisitos.
- ¿Cómo debería funcionar? → Típicamente, etapas ligadas a diseño e implementación.
- ¿Hace lo que nosotros queremos que haga? → Típicamente, etapas ligadas a la evaluación y mantenimiento.

Figura 2: Preguntas que surgen en el desarrollo de un proyecto y técnicas de usabilidad para contestarlas.



Fuente: Extraída de Rubin & Chisnell, 2008: página 28.

Siguiendo lo que se acaba de exponer, en el presente trabajo se evaluará la idoneidad de emplear un mundo virtual para la impartición de las materias “Metodología y práctica de la investigación” y “Redacción y elaboración de textos científicos”, empleando una metodología basada en DCU donde se realizará una evaluación constante mediante el uso de distintas técnicas de usabilidad en cada una de sus fases.

3. Objetivos y resumen metodológico

El presente bloque contiene tres capítulos. Los dos primeros describen el objetivo general y los objetivos específicos del trabajo. El último de ellos es un resumen de la metodología que se ha empleado, relacionándolo con los objetivos, a modo de guía e impresión general de lo que se detallará en el capítulo específico del siguiente bloque, sobre el desarrollo del experimento.

3.1. Objetivo General

El objetivo general del presente trabajo es realizar un estudio para la evaluación de la idoneidad de emplear un mundo virtual para la enseñanza de las materias “Metodología y práctica de la investigación” y “Razonamiento y redacción científicos”, empleando una metodología que siga las pautas del diseño centrado en el usuario.

De esta forma se pretende concluir si resultaría oportuno emplear el mundo virtual para la enseñanza de estas asignaturas considerando el esfuerzo a realizar y la utilidad que tendría, centrándose fundamentalmente en su repercusión de cara al usuario.

3.2. Objetivos específicos

Mediante este estudio se pretenden alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- a) Apreciar la percepción de los investigadores sobre los mundos virtuales y sus expectativas en cuanto a su uso como herramienta de colaboración y enseñanza sobre la metodología y práctica de la investigación.
- b) Implementar una serie de escenarios en un mundo virtual, basándose en la información obtenida a través del uso de técnicas de usabilidad.
- c) Determinar la aceptación de esta tecnología respecto a dos aspectos:
 1. El aprendizaje de las asignaturas, desde el punto de vista individual, considerando la importancia del aprendizaje no guiado realizable en este tipo de entorno, complementado con la realización de misiones (tareas) guiadas.
 2. Las posibilidades de colaboración futura entre investigadores, tanto para el intercambio de ideas como para el trabajo en grupo, esto es, la persistencia de participación en el mundo virtual, una vez completado el aprendizaje de la asignatura.
- d) Evaluar la usabilidad y la experiencia de usuario en los escenarios creados para el piloto experimental.

e) Valorar las posibilidades de emplear la metodología empleada en otros escenarios. Proporcionar la información necesaria para que esta pueda ser ensayada completamente en otros contextos, consiguiendo así la validación y confección final de una metodología propia.

3.3. Resumen metodológico

Siguiendo los principios del diseño centrado en el usuario, la metodología siguió cuatro etapas:

1. Análisis del contexto.
2. Especificación de requisitos.
3. Diseño de escenarios.
4. Evaluación con usuarios.

Cabe destacar que tras la especificación de requisitos se seleccionó el entorno para la implementación del mundo virtual, siendo este *"OpenSim"*. La implementación empleando este entorno se realizó tras el diseño de los escenarios.

Las decisiones de cada etapa se establecieron a partir de la información obtenida a través de la aplicación de distintas técnicas de usabilidad. La figura 3 muestra las etapas que se siguieron y las técnicas empleadas en cada etapa.

Figura 3: Etapas de la metodología y técnicas de usabilidad empleadas.



Fuente: Elaboración propia

Los objetivos descritos al comienzo de este bloque se irán alcanzando a lo largo de las distintas etapas de la metodología, como consecuencia de la aplicación y análisis de resultados de las técnicas de usabilidad. Con el fin de clarificar esto, la tabla 1 relaciona los objetivos con los resultados obtenidos en cada etapa.

Tabla 1 : Objetivos del trabajo relacionados con las etapas de la metodología.

Objetivo	Etapa
(a) Apreciar la percepción de los investigadores sobre los mundos virtuales y sus expectativas en cuanto a su uso como herramienta de colaboración y enseñanza sobre la metodología y práctica de la investigación.	Ánálisis del contexto.
(b) Implementar una serie de escenarios en un mundo virtual, basándose en la información obtenida a través del uso de técnicas de usabilidad.	Diseño de escenarios. (Con la información obtenida en el análisis del contexto y especificación de requisitos)
(c) Determinar la aceptación de la tecnología.	Evaluación con usuarios
(d) Evaluar la usabilidad y la experiencia de usuario en los escenarios creados para el piloto experimental.	Evaluación con usuarios
(General) Justificar la idoneidad del uso del entorno virtual y establecer los aspectos clave de cara al desarrollo final.	Evaluación de la idoneidad
(e) Valorar las posibilidades de emplear la metodología empleada en otros escenarios. Proporcionar la información necesaria para que esta pueda ser ensayada completamente en otros contextos, consiguiendo así la validación y confección final de una metodología propia.	Conclusiones finales del trabajo y trabajo futuro, queda fuera de la metodología plasmada en la figura 3.

Fuente: Elaboración propia

4. Desarrollo específico de la contribución

La contribución del experimento se detalla en tres capítulos. El primero de ellos describe el experimento, esto es, los materiales y métodos empleados, en el segundo se exponen los resultados que son finalmente discutidos en el tercer y último capítulo.

4.1. Descripción del experimento

Los aspectos básicos de la metodología empleada, su enfoque, técnicas y relación con los objetivos marcados se introdujeron anteriormente. Este capítulo pretende dar un mayor detalle, profundizando principalmente en la descripción de las técnicas de usabilidad, las herramientas, los participantes, la selección de la tecnología y aspectos relevantes que tuvieron lugar durante el transcurso del experimento.

Así, el presente capítulo queda dividido en cuatro secciones, uno para cada etapa de la metodología, donde se proporcionará toda la información arriba indicada.

4.1.1. Análisis del contexto

La identificación inicial del contexto partió del análisis del estado del arte. Una vez concretadas las fuentes que se juzgaron de mayor relevancia se realizó un análisis heurístico, donde se contrastaron los resultados de los distintos experimentos y se probaron distintos entornos para la construcción de mundos virtuales, con el fin de clarificar las posibilidades que estos ofrecen.

Esto permitió enfocar el primer experimento con usuarios, entendiendo que, puesto que se está empleando una metodología basada en DCU, estos deberían adquirir un papel protagonista a la hora de definir el contexto inicial.

De este modo se planificó un experimento que se desarrolló en tres fases:

1. Selección de usuarios

Se elaboró un cuestionario que permitiera la selección de usuarios adecuados para el experimento. Los perfiles buscados eran investigadores, profesores universitarios y alumnos que desearan dedicarse a la investigación en un futuro, independientemente del área.

La figura 4 muestra el formulario que se empleó a tal efecto. Los datos demográficos principales se recogen en la tabla 2. Destacar que entre los participantes en los experimentos hubo dos que fueron alumnos en el “Master de e-Learning y Redes Sociales” de la UNIR. Se consideró que contar con estos participantes era de gran interés para recabar información sobre las posibilidades adicionales que ofrecía el mundo virtual respecto a la forma en la que ellos habían participado en las clases.

Figura 4: Cuestionario para selección de usuarios.

Perfil de usuario – Mundos Virtuales para la formación del investigador				USER ID					
Ocupación	(Indicar nivel de estudios)	Destreza informática	(limitada, usuario esporádico, usuario habitual, profesional)						
País de procedencia				Edad		Género			
Especifica tu experiencia y frecuencia de uso con relación a los siguientes servicios en una escala del 1 al 5, donde 1 es "No lo he usado nunca" y 5 "Lo empleo muy a menudo, tengo mucha experiencia"					1	2	3	4	5
1. Servicios de comunicación basados en internet: redes sociales, foros, chats, etc.					<input type="checkbox"/>				
2. Servicios para aprendizaje basados en internet no solo para buscar información!					<input type="checkbox"/>				
3. Mundos virtuales: MUD, MMOL, MMORPG, etc					<input type="checkbox"/>				
4. Juegos para aprendizaje, no solo on-line/virtuales, también físicos.					<input type="checkbox"/>				
Usa el espacio sobrante de esta hoja si deseas destacar cualquier aspecto de tu perfil que consideres pudiera resultar relevante para el presente estudio, incluyendo tu disponibilidad para participar en distintas pruebas. Todos tus datos serán anonimizados y no se cederán a ninguna persona o institución.									

Fuente: Elaboración propia

Un error frecuente a la hora de diseñar formularios para la selección de usuarios es el de realizar preguntas innecesarias sobre el perfil de los participantes, lo que sumado a reticencias de algunos usuarios ligadas a la privacidad de sus datos pone trabas a la participación.

Como se puede observar en la figura 4, el cuestionario se limitó a preguntar por los aspectos esenciales que guardan relación con el estudio. Aunque, a priori, el país de procedencia, la edad y el género no parecía que fueran a influir en los resultados, se decidió registrarlos por considerarse datos demográficos elementales.

Todos los aspectos ligados a la privacidad se trataron de manera escrupulosa. A cada usuario se le asignó un número de identificación, de forma que los resultados pudieran ser tratados de forma anónima y en caso que se extraviaran fuera imposible conocer quién los había llenado. Durante el desarrollo del experimento existió un archivo digital donde se asoció nombre, apellidos y e-mail del usuario con el número asignado. Todo el material (formularios, encuestas, etc.) fue destruido según se iban plasmando los datos en formato digital para la memoria.

Así mismo, el cuestionario fue explicado antes de ser llenado, indicando aspectos como el de la privacidad que se acaba de mencionar, que se indicara el rango de edad en lugar de la edad concreta o los valores que podía tomar el campo "destreza informática".

La tabla 2 muestra los datos demográficos de los participantes seleccionados para el estudio, las letras “G” y “M” hacen referencia a estudios de “Grado” o “Máster”.

Tabla 2 : Datos demográficos de los participantes en el estudio.

Id	Ocupación	Área	Dest. Infor.	País de origen	Edad	Gen.	p1	p2	p3	p4
1	Profesor	Telecom.	U. habitual	España	>50	H	3	2	2	2
2	Profesor	Magisterio	U. habitual	España	30-40	M	5	3	4	5
3	Profesor	Tec. Infor.	Profesional	México	40-50	H	4	3	2	2
4	Profesor	Tec. Infor.	Profesional	Colombia	30-40	H	4	4	2	4
5	Investigador	Telecom.	Profesional	España	30-40	M	5	3	5	3
6	Investigador	Tec. Infor.	Profesional	Cuba	20-30	H	5	3	3	3
7	Investigador	Historia	U. habitual	España	30-40	M	5	2	2	3
8	Investigador	Tec. Infor.	Profesional	México	25-30	H	5	3	4	3
9	Investigador	Edu. Física	U. habitual	España	25-30	M	4	3	4	5
10	Investigador	Tec. Infor.	Profesional	España	25-30	H	5	3	3	4
11	Alumno (G)	Tec. Infor.	Profesional	Chile	25-30	H	5	3	5	3
12	Alumno (G)	Farmacia	U. habitual	España	<25	M	5	4	3	3
13	Alumno (M)	Medicina	U. habitual	España	<25	M	5	4	3	4
14	Alumno (G)	Telecom.	Profesional	Colombia	<25	M	5	4	5	4
15	Alumno (M)	Periodismo	U. habitual	USA	25-30	M	5	4	4	4
16	Alumno (G)	Psicología	U. habitual	España	<25	H	5	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

En la etapa de selección de usuarios pudimos apreciar que la práctica totalidad de los individuos a los que se les solicitó llenar el formulario y cuya ocupación era la de profesor, investigador o estudiante aseguraban tener al menos la destreza de “Usuario habitual” en informática. Por otro lado, se observó como la edad influía notablemente con respecto a la experiencia y frecuencia de uso de servicios de comunicación basados en internet, servicios de aprendizaje y mundos virtuales.

Las entrevistas personales con los usuarios hicieron ver que aquellos que indicaron un alto uso de mundos virtuales, estaba ligado a que todos ellos los empleaban para su ocio y para socializar. Del mismo modo, se observó que los alumnos e investigadores más jóvenes están habituados a emplear LMS como “Moodle”¹¹ o “Blackboard”¹² y muchos han mostrado interés en participar en cursos on-line ofrecidos por plataformas como “Coursera”¹³, “Canvas Networks”¹⁴ o “iTunes U”¹⁵.

¹¹ <http://moodle.org>

¹² <http://blackboard.com>

¹³ <http://coursera.org>

¹⁴ <http://canvas.net>

¹⁵ <https://www.apple.com/es/education/ipad/itunes-u/>

2. Presentación sobre mundos virtuales

Una vez seleccionados los participantes se preparó una presentación sobre mundos virtuales, donde los asistentes pudieran hacerse una idea global de las posibilidades de estos entornos y se familiarizaran con términos como “Avatar”, “Robot” o “Non-playable Character” (NPC o personaje no jugador).

La presentación se expuso de forma presencial y a distancia, a través del software de “Google hangouts”¹⁶ para todos aquellos usuarios que no pudieron acudir a la primera. Las figuras 5, 6 y 7 muestran tres instantáneas de la presentación, explicando diferentes aspectos ligados a los mundos virtuales.

Figura 5: Instantánea de la presentación sobre mundos virtuales, mostrando la evolución de los mismos.



Fuente: Elaboración a partir de capturas de pantalla del cliente para MUDs “tintin++”¹⁷ y del MMORPG “World of Warcraft”¹⁸.

¹⁶ <https://www.google.com/+/learnmore/hangouts>

¹⁷ <http://tintin.sourceforge.net/>

¹⁸ World of Warcraft ©2014 Blizzard Entertainment. Todos los derechos reservados.

<http://eu.blizzard.com/es-es/games/wow/>

Figura 6: Instantánea de la presentación sobre mundos virtuales, mostrando distintos usos en “SecondLife” y “Minecraft”.



Fuente: Elaboración a partir de capturas de pantalla de los mundos virtuales “Second Life” y “Minecraft”.

Figura 7: Instantánea de la presentación sobre mundos virtuales, presentando la plataforma “OpenSim”.



Apta para socializar, “serious gaming”, plataforma de aprendizaje, jugar... prácticamente para todo ☺ 12

Fuente: Elaboración a partir de capturas de pantalla del mundo virtual “OpenSim”.

Experimento sobre percepción y expectativas

Tras la presentación sobre mundos virtuales se empleó un cuestionario con el fin de apreciar la percepción de los investigadores sobre los mundos virtuales y sus expectativas en cuanto a su uso como herramienta de colaboración y enseñanza sobre la metodología y práctica de la investigación.

Todos los usuarios fueron informados de las diferentes partes del cuestionario y se les detalló la escrupulosa política de tratamiento de datos con el fin de reducir el sesgo en los datos debido a estas causas. Adicionalmente se recordaron los contenidos básicos que se tratan en la enseñanza de esta área. Nótese que este fue el proceder habitual para todos los experimentos recogidos en el presente trabajo, por lo que se debe entender así en adelante, aunque no se mencione expresamente.

La tabla 3 presenta el cuestionario que tuvieron que llenar los usuarios. Además de contestar a estas preguntas se les solicitó que emplearan el espacio en blanco de la otra cara de la hoja donde estaba impreso el formulario para añadir comentarios, incluyendo cualquier otro aspecto que esperarían encontrarse en el juego y que hubiera pasado desapercibido a la hora de realizar el formulario.

En este cuestionario los usuarios deberían responder a la pregunta “¿Qué esperarías de un mundo virtual destinado a la formación del investigador?” Puntuando en una escala de 1 a 5 dónde “1” significa “Lo veo totalmente innecesario” y “5” significa “Lo veo totalmente necesario”.

Tabla 3 : Preguntas del cuestionario para el estudio de percepción y expectativas.

	1	2	3	4	5
a. Aprender con la ayuda de personajes no jugadores (NPCs).	<input type="checkbox"/>				
b. Interactuar con NPCs para completar puzles, misiones, etc.	<input type="checkbox"/>				
c. Poder ver vídeos, presentaciones y emplear cualquier tipo de material multimedia dentro del juego.	<input type="checkbox"/>				
d. Que otros personajes jugadores (PCs) me enseñen aspectos ligados a la investigación.	<input type="checkbox"/>				
e. Participar en actividades colaborativas con otros PCs para resolver puzles, misiones, ejercicios, etc.	<input type="checkbox"/>				
f. Profesores reales estarán de en línea para guiarme en el mundo virtual o dar clase a través del mismo.	<input type="checkbox"/>				
g. Divertirme mientras aprendo.	<input type="checkbox"/>				
h. Obtener recompensas por conseguir logros.	<input type="checkbox"/>				
i. Actividades de evaluación.	<input type="checkbox"/>				
j. Poder intercambiar conocimientos con otros investigadores.	<input type="checkbox"/>				
k. Un juego lineal, guiado en una dirección. El mundo termina cuando el juego termina.	<input type="checkbox"/>				
l. Poder trabajar con otros investigadores.	<input type="checkbox"/>				
m. Identificar el nivel de otros jugadores (PCs) para reconocerles y poder ayudarles.	<input type="checkbox"/>				
n. Dificultad progresiva.	<input type="checkbox"/>				
o. Un mundo abierto donde pueda elegir el orden de las actividades y repetirlas en cualquier momento.	<input type="checkbox"/>				
p. Herramientas como traductores o subtítulos.	<input type="checkbox"/>				
q. Customizar mi personaje: aspecto físico, ropa, etc.	<input type="checkbox"/>				
r. Customizar el mundo virtual: tener casa, construir, etc.	<input type="checkbox"/>				
s. Manejar una moneda virtual dentro del mundo.	<input type="checkbox"/>				
t. Emplear un sistema de reputación.	<input type="checkbox"/>				

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Especificación de requisitos

El estudio de percepción y expectativas preguntó a usuarios reales sobre lo que esperaban encontrar en un mundo virtual, lo que en sí mismo constituye un primer acercamiento para la especificación de requisitos. Este “feedback” preliminar fue de utilidad para refinar los escenarios en los que participarían los usuarios, acorde a clarificar en qué grado se podrían cumplir sus expectativas. Los resultados obtenidos refinaron de la misma forma los requisitos de implementación del mundo virtual, estableciéndose de esta forma los requisitos finales y permitiendo construirse la versión final del entorno de pruebas en OpenSim, para llevar a cabo los experimentos en el mismo.

Así, con la información obtenida de la realización de este experimento se preparó una sesión de “*Brainstorming*” (Osborne, 1953) para profundizar y refinar los requisitos. Este tipo de sesiones “*Brainstorming*” (tormenta o lluvia de ideas es el término más aceptado en castellano) es un instrumento de trabajo en grupo que busca la generación de ideas para resolver un problema concreto, en un proceso interactivo no estructurado.

Concretamente se realizó una sesión de “*Brainstorming*” guiado por preguntas, dado que durante la fase de identificación del entorno, ya se lograron identificar los aspectos fundamentales en los que debería centrarse el proceso creativo.

De esta forma, el moderador fue realizando las preguntas consignadas en el cuestionario empleado en la etapa anterior. A continuación se indican algunas de las preguntas que se realizaron:

- “*¿Cómo se podría identificar el nivel de otros jugadores (PCs) para reconocerles y poder ayudarles?*”
- “*¿Cuáles serían las recompensas adecuadas para los usuarios?*”
- “*¿Qué utilidad tendría emplear una moneda virtual?*”

Una vez terminadas las preguntas planteadas por el moderador se permitió al resto de participantes que realizaran sus propias preguntas al grupo.

El grupo de usuarios que participó en esta sesión estuvo compuesto por ocho personas, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4 : Participantes en la sesión de “Brainstorming”.

Perfil	IDs	Observaciones
Profesor	2,4.	Se buscó específicamente que acudiera un profesor ligado a un área técnica y otro ligado a la enseñanza
Investigador	7,9,10	Cada investigador se dedica a un área distinta. Uno de ellos fue alumno del “Máster de e-Learning y Redes Sociales” de la UNIR.
Alumno	11,12,7,14,15	Alumnos de máster y grado, dedicados a distintas ramas de conocimiento y de distintos países de procedencia.

Fuente: Elaboración propia.

Toda la información obtenida hasta el momento fue sintetizada empleando la técnica “*Persona-Scenario*” (Cooper, 1999), cuya denominación más aceptada en castellano es “Personaje-Escenario”.

Para ello se realizaron una serie de fichas que representaban arquetipos de cada uno de los perfiles de usuario identificados. Estas fichas resumen las expectativas, motivación, necesidades y comportamiento de los usuarios, contextualizando en escenarios de uso concretos (Cooper et. al., 2007). Además plasman los requisitos funcionales del sistema, potenciando la empatía entre el usuario y el diseñador final, lo que facilita la toma de decisiones de diseño centradas en los usuarios representados (Hassan & Ortega, 2009).

Este contexto de uso específico facilitó el empleo de técnicas de diseño cooperativas, como las que veremos en la sección relativa al diseño de escenarios, puesto que se partirá de una base sobre las tareas que debe realizar el usuario y todo el equipo de diseño compartirá un mismo modelo mental. Las fichas de personas y escenario se encuentran en el capítulo dedicado a la descripción de los resultados.

Uno de los resultados de esta fase, que se adelanta para facilitar la comprensión al lector y dado que es uno de los materiales empleados en el presente trabajo, fue la decisión de emplear el entorno “*OpenSim*” para la construcción del mundo virtual. Aunque la impresión original a partir de la experiencia del autor, ciertamente era que emplear este entorno resultaría lo más adecuado y estaba abierta al análisis de los resultados en las pruebas con usuarios.

Las expectativas de los usuarios hicieron ver la necesidad de emplear mundos virtuales muy flexibles y su preferencia por entornos realistas sin elementos fantásticos. Además desde el punto de vista técnico se requería que el escenario pudiera implementarse rápidamente. La elección final quedó entre “*Second Life*” y “*OpenSim*”.

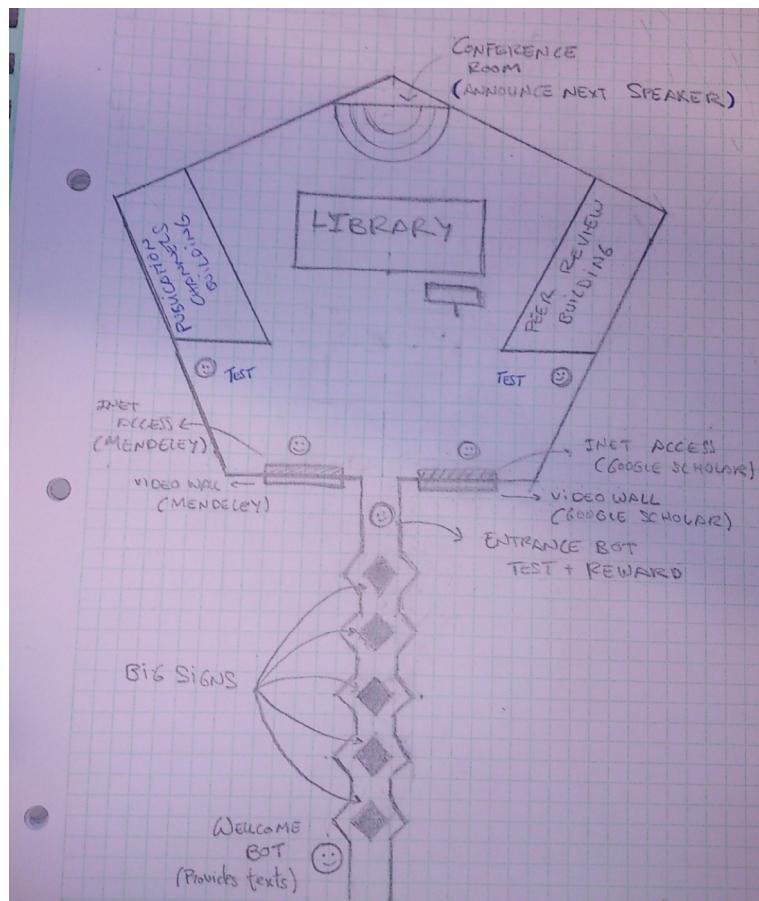
Los motivos de elección final entre “*OpenSim*” y “*Second Life*” no estuvieron relacionados tanto con el usuario, sino con el hecho de que “*OpenSim*” sea una plataforma de código abierto y la experiencia previa del autor con este entorno.

Recalcar que la decisión de emplear “*OpenSim*” está ligada a las circunstancias concretas del caso de estudio y que en otro contexto pudiera resultar más adecuado emplear otra plataforma más orientada al aprendizaje mediante juegos, como pudiera ser “*Minecraft*”¹⁹, cuya popularidad para la enseñanza de todo tipo de materias está en aumento (López & Garrido, 2014) (Bos et. al., 2014), sobretodo en el ámbito de la educación primaria y secundaria.

4.1.3. Diseño de escenarios

A partir de las personas y escenarios definidos durante la etapa de especificación de requisitos se realizaron una serie de prototipos en papel (Nielsen, 2003), buscando plasmar visualmente las decisiones tomadas y guiar así su implementación en “*OpenSim*”. La figura 8 muestra uno de los prototipos en papel, concretamente el primero que se realizó para esquematizar el mapa completo y la situación de NPCs.

Figura 8: Prototipo en papel del mapa completo.



Fuente: Elaboración propia.

¹⁹ <https://minecraft.net>

Estos prototipos fueron empleados, evaluados y mejorados mediante la técnica “*pluralistic walkthrough*” (Nielsen 1994b). Una sesión tipo “*pluralistic walkthrough*” consiste en una simulación cognitiva donde los participantes forman un equipo multidisciplinar. En esta sesión se simula el comportamiento que realizaría un usuario en torno a una serie de situaciones definidas (que pueden ser divididas en tareas) a las que debe hacer frente.

Uno de los grandes puntos a favor de esta técnica es que se puede emplear tanto con prototipos avanzados como con prototipos en papel, el caso que nos ocupa. Adicionalmente, resulta de utilidad para terminar de definir las tareas que deberán realizar los usuarios durante las pruebas de usabilidad tipo test.

Típicamente, el equipo que forma parte de un experimento de este tipo está compuesto por tres tipos de participantes:

- Usuarios representativos.
- Desarrolladores del producto.
- Especialistas en factor humano, ergonomía, usabilidad y disciplinas afines.

El caso que nos ocupa tiene dos particularidades a tener en cuenta:

- El facilitador del grupo es el autor del trabajo, a su vez experto en usabilidad y desarrollador único del mundo virtual. En un caso real existiría un equipo de desarrollo (diseñadores, área de marketing, responsables del producto, etc) que acudirían a la reunión tras un proceso de selección. Dadas las circunstancias, los miembros del equipo de desarrollo fueron sustituidos por expertos independientes a los que se les invitó a participar en la sesión y se les pidió expresamente que asumieran el rol que estaban desempeñando, esto es; que actuaran como si realmente fueran miembros del equipo de desarrollo.
- Algunos de los usuarios representativos, podrían igualmente haber sido invitados como expertos independientes, dado que poseen conocimientos y experiencia destacable en determinadas áreas de interés. Ejemplos de este caso serían:
 - Los profesores pueden ser considerados como expertos en el área de la enseñanza.
 - Existen varios usuarios con conocimientos sobre usabilidad y, en concreto, uno de los profesores es experto en esta área.
 - Investigadores que han participado en proyectos ligados al mundo de la educación y que han realizado desarrollos software en esta área.

Se intentó sacar partido de la situación descrita, invitando a los usuarios que por su perfil pudieran complementar la experiencia y conocimientos de los expertos que accedieron a participar gratuitamente en el experimento.

Por otro lado, se consideró imprescindible que en la sesión participaran los denominados como “usuarios puros”. En otras palabras, usuarios que no guardan relación alguna con los conocimientos necesarios para la realización del proyecto y que no podrían asumir el rol de experto ni ver viciada su opinión por proyectos anteriores en los que hubieran trabajado.

Las características del equipo multidisciplinar que participó en la sesión “*pluralistic walkthrough*” quedan resumidas en la tabla 5, en la que se puede apreciar que los denominados como “usuarios puros” son los usuarios número 13 y 16.

Tabla 5 : Participantes en la sesión de “Pluralistic walkthrough”.

Participante	Datos (adicionales) del perfil
Facilitador	El autor de esta obra. Ingeniero en informática de gestión, graduado en sistemas de información. Investigador en la Universidad de Alcalá. Experto en usabilidad ha colaborado en varios proyectos europeos en el área de la enseñanza.
Experto I	Experto del área del desarrollo de videojuegos para plataformas móviles. Su proyecto principal en la actualidad es un videojuego destinado a la enseñanza del japonés.
Experto II	“Gamer”, experto conocedor del mundo de los videojuegos especialmente de mundos virtuales dedicados al ocio y la interacción social. Experto en juegos de rol de mesa (industria en la que trabajó durante más de cinco años) y juegos de tablero.
Experto III	Experta en el área de marketing y comunicación. Trabaja para una editorial de materiales educativos.
Usuario 4	Profesor en la Universidad Distrital de Colombia. PhD Ciencias Computación (UAH), Ingeniero de Sistemas. Experto en usabilidad, especialmente en visualización de interfaces.
Usuario 10	Investigador en web semántica y su aplicación en entornos educativos. Ha colaborado en varios proyectos europeos en el área de la enseñanza. Alumno del “Máster en e-Learning y Redes Sociales” de la UNIR, curso 2013-2014.
Usuario 13	Médico recién titulado, cursando master y preparando la oposición para médico interno residente. Tras obtener su plaza desearía realizar un doctorado.
Usuario 16	Estudiante de segundo curso de psicología que está interesado en el mundo de la investigación y desearía obtener un doctorado en el futuro.

Fuente: Elaboración propia.

La sesión transcurrió del siguiente modo:

1. Presentación de los participantes.
2. Se explicó en qué consiste un “*pluralistic walkthrough*”. Roles que deben tomar los participantes. Se puso a disposición de los participantes todo tipo de material para de escritura lápices, subrayadores, etc; así como folios, cartulinas de colores, tijeras, pegamento y clips
3. Se mostraron y discutieron las personas y escenarios elaborados en la etapa anterior.

4. Se presentaron uno a uno los prototipos elaborados en papel de los escenarios de juego. Para cada prototipo:
 - a. Se presentaron una serie de tareas iniciales a propuesta del facilitador.
 - b. Se pidió a los participantes que anotaran en una hoja sus consideraciones sobre las tareas y añadieran, modificaran o quitaran lo que consideraran oportuno.
 - c. Se inició una discusión sobre las tareas.
 - d. Los participantes asumieron el rol de usuario e intentaron realizar las tareas, imaginando la situación sobre el prototipo en papel.
 - e. Según los participantes iban intentando realizar las tareas se tomó nota de las indicaciones que iban surgiendo. Los participantes dibujaban sobre los prototipos o realizaban los suyos propios.

Así, el resultado de la sesión consistió en:

- El refinamiento de personas y escenarios.
- La lista definitiva de tareas que los usuarios deberían realizar durante la evaluación.
- Consejos y recomendaciones de diseño. Refinado de los prototipos en papel.

4.1.4. Evaluación con usuarios

Los test de usabilidad son las técnicas de evaluación de usabilidad donde los usuarios adquieren el principal protagonismo y también las técnicas de usabilidad más extendidas (Rubin & Chisnell, 2008).

En este tipo de experimentos se solicita a los usuarios que interactúen con el sistema o un prototipo del mismo en un entorno realista. Generalmente se presenta al usuario una serie de tareas que realizaría en el contexto de un posible escenario real y se solicita que intente realizarlas, quedando registrada la interacción entre la persona y el sistema para poder realizar un análisis posterior.

Existen multitud de técnicas que se pueden englobar dentro de las reconocidas como tipo test (“*Usability testing*”), las cuales se emplean atendiendo al tipo de información que se desea obtener y los recursos con los que se cuenta. Algunas de las más conocidas se exponen a continuación, con el fin de clarificar el porqué de la elección de la técnica empleada en este estudio.

“Think Aloud Protocol” (TAP)

Fue introducida en el mundo de la usabilidad por Clayton Lewis (1982), mientras trabajaba en IBM y ha sido ampliamente defendida por autores de relevancia como Nielsen (1992). La base de la aplicación para usabilidad se extrajo de las técnicas descritas por Ericcson & Simon (1980). En su aplicación se solicita al usuario que interactúe con el producto y participe “pensado en alto”, describiendo sus acciones, sentimientos y cualquier cosa que se le pase por la cabeza mientras va desarrollando el test.

“Benchmark”

Prioriza la obtención de datos cuantitativos. Se solicita al usuario que realice una serie de tareas y se obtienen medidas objetivas de rendimiento como el número de errores cometidos o el tiempo que ha tardado el usuario en realizar la tarea. En ocasiones se incita al usuario a que realice la tarea en el menor tiempo posible o se emplean técnicas para simular una situación de stress, atendiendo al entorno real en el que se usaría el sistema.

“Retrospective Think Aloud” (RTA)

El protocolo *“Think aloud”* clásico (o concurrente) solicita al usuario que verbalice su interacción mientras interactúa con el producto. Esto presenta limitaciones y dificultades (Van den Haak, 2003), siendo dos de las más evidentes la necesidad de que los usuarios que participen en las mismas tengan buenas capacidades comunicativas y el impacto que tiene el tiempo invertido en verbalizar sobre las medidas de rendimiento que se estén tomando.

El protocolo *“Retrospective think aloud”* adquirió gran popularidad asociado al uso de dispositivos de seguimiento ocular (Elling et. al., 2011), dado que el protocolo tradicional hacía que el usuario, al pensar que decir o al dirigirse a alguien al hablar realizara todo tipo de movimientos no relacionados con la interacción real con el sistema. Este protocolo propone que el usuario realice las tareas primero y una vez que ha terminado el test, verbalizar lo que ha ocurrido.

Se han establecido diferentes tipos de fórmulas para llevar a cabo estos protocolos. Por ejemplo, desde únicamente atendiendo a los recuerdos del usuario, pasando por mostrar fotos o fragmentos de video de ciertos momentos del test al usuario para que los comente, hasta que el usuario visione la prueba en su totalidad. Cuantas menos indicaciones le estemos dando al usuario, más nos estaremos centrando en evaluar lo que recuerda (Guan et. al., 2006), lo que puede resultar muy interesante en algunos casos, pero con la consecuente pérdida de información, pues el usuario puede olvidar comentar ciertos aspectos relevantes.

Pruebas A/B

La principal utilidad de este tipo de pruebas es estudiar que ocurre al introducir pequeños cambios en una misma interfaz, por ejemplo, la colocación de un banner en una página web y el número de *“clicks”* según se coloque en un lugar u otro. El proceso ha de repetirse con una muestra representativa de usuarios, cuyo número dependerá del sitio en cuestión, pero que típicamente debe estar o superar los cientos de usuarios. Se suelen emplear herramientas que automatizan el registro de la interacción de los usuarios y facilitan el análisis.

“Contextual Inquiry”

“Contextual Inquiry” (“indagación en el contexto” es el término que se suele emplear en castellano) es un método semiestructurado de entrevista de campo más orientada a un proceso de descubrimiento que de evaluación (Holtzblatt & Jones, 1993).

Este método se basa en cuatro principios fundamentales para guiar la interacción:

- **Contexto:** Se debe entender el contexto en el que un producto es utilizado. Las entrevistas deben ser conducidas en el entorno real de trabajo. El investigador observa a los usuarios trabajar en este entorno, realizando sus tareas habituales mientras les realiza preguntas y registra lo que considere importante para el análisis posterior.
- **Colaboración:** El usuario es parte del proceso de diseño. El investigador y el usuario colaboran para entender el trabajo del usuario, mientras el primero indaga sobre qué está haciendo el usuario y porqué lo realiza de esa forma.
- **Interpretación:** El investigador comparte sus interpretaciones con el usuario, no se las guarda para él mismo, de modo que el usuario pueda corregirle si su interpretación no es correcta.
- **“Focus” (enfoque):** El proceso de diseño para la usabilidad debe tener objetivos. El investigador debe dirigir la interacción para alcanzar esos objetivos.

“Remote testing”

No siempre es posible o no es necesario que los usuarios realicen los test de forma presencial en un entorno de laboratorio, por ello, en ocasiones, se realizan test de forma remota. Estos test pueden realizarse tanto de forma síncrona:

- Síncrona: el moderador y los observadores emplean tecnologías de comunicación para observar la interacción entre el usuario y el sistema de forma síncrona, a distancia
- Asíncrona: el usuario intenta realizar una serie de tareas que le han comunicado, registrando su interacción en video, generalmente empleando un software específico que facilita la tarea y recoge automáticamente datos como tiempo o número de “clicks”, y envía la grabación para que sea analizada por el equipo de usabilidad.

La elección de una técnica u otra o incluso su combinación dependerá de la información que se desee conseguir y de los recursos que se disponga, dado que, como se ha visto; no todas las técnicas requieren los mismos medios, ni el mismo perfil de usuario, ni el mismo número de usuarios, ni el mismo entorno para resultar efectivas. Mediante el uso de los test de usabilidad se espera obtener tanto datos cuantitativos como cualitativos, típicamente:

- De eficacia:
 - Número de tareas completadas satisfactoriamente.
 - Número de tareas en las que necesitó ayuda.
- De eficiencia:
 - Tiempo en realizar las tareas.
 - Número de “clicks” realizados.
 - Errores cometidos.
- Impresión subjetiva:
 - Medida de satisfacción.
 - Percepción de utilidad.
 - Experiencia de usuario.

- Recuerdo en el tiempo / Facilidad de aprendizaje.

La observación de la interacción permite identificar problemas de usabilidad y en ocasiones, proporciona indicios sobre posibles soluciones. Los datos ligados a la impresión subjetiva del usuario pueden obtenerse observando la actitud del usuario (gestos, comentarios, etc.) mientras interactúa con el sistema, pero típicamente se emplean cuestionarios y entrevistas (técnicas de indagación) para profundizar en este aspecto.

En cualquier caso, para conseguir unos test de usabilidad con resultados fiables, se debe siempre tener en cuenta las condiciones específicas que se están buscando a la hora de planificarlos, lo que principalmente supone):

- a) **Elección correcta de los usuarios**, según las características de los mismos que resulten influyentes. En el presente trabajo se ha tratado de asegurar esto mediante un adecuado análisis del contexto y el empleo de un cuestionario para seleccionar usuarios.
- b) **Reproducción del entorno**. Las condiciones del test y del lugar donde éste se realiza deben ser lo más parecidas posibles al entorno de uso previsto para el sistema.
- c) **Planteamiento adecuado del escenario y las tareas a realizar**. La situación que se quiere evaluar y tareas que debe realizar el usuario. Para ello, en este estudio se emplearon distintas técnicas durante las fases de análisis de contexto, especificación de requisitos y diseño, como “*scenarios & personas*”, que ayudaron a garantizar esto.

Además de estos tres factores, es fundamental que la persona que dirige los test tenga la capacidad necesaria para orientar al usuario, de cara a lograr extraer el máximo de información útil posible.

4.2. Técnicas empleadas para la evaluación y justificación

El objeto de este estudio es evaluar la idoneidad de emplear un mundo virtual para la enseñanza de una materia determinada, en este sentido se han empleado toda una serie de técnicas que han permitido orientar el diseño basándose en sus resultados.

La evaluación, por tanto, no estará destinada tanto a buscar problemas de usabilidad específicos (Martin-Moncunill, 2012), los cuales resultarían de interés en la versión definitiva del sistema, sino en evaluar las posibilidades del mundo virtual. Esto supone discernir si realmente merece la pena invertir esfuerzo y tiempo en desarrollar el mundo virtual y si las propuestas iniciales propuestas en la etapa de diseño resultan adecuadas, pudiendo así servir como base para el desarrollo definitivo del mundo virtual.

Visto de otra forma, se debe tener claro que las pruebas NO estarán orientadas a:

- Obtención de medidas “*benchmark*”. Por lo que podemos descartar este tipo de técnicas.
- Localizar problemas de usabilidad del entorno “*Opensim*” en sí mismo. Aunque el entorno es de código abierto y podrían realizarse cambios dentro del mismo, queda completamente fuera del ámbito del presente trabajo. Por otro lado, la elección del entorno ya se justificó tras la etapa de especificación de requisitos.
- Análisis comparativo detallista de elementos de interfaz. Por ejemplo, considerar si un diálogo es mejor que otro, la situación de un cartel dentro del juego o la ropa elegida para identificar a un personaje. No se trata de un análisis pormenorizado, solo de un prototipo mediante el cual el usuario pueda apreciar las posibilidades del mundo virtual.

De esta manera, resulta evidente que el enfoque va a ser fundamentalmente cualitativo, orientado a captar las impresiones de los usuarios, sus sentimientos, expectativas y opiniones sobre las posibilidades que aprecian en el sistema; en lugar de medir tiempos y errores.

4.2.1. Visita guiada empleando la técnica “*Contextual Inquiry*”

Se estableció que los usuarios probaran el entorno en solitario, únicamente acompañados por el moderador y sin la intervención de ningún otro usuario.

El moderador interactuó con el usuario siguiendo los principios de la técnica “*Contextual Inquiry*”. La sesión finalizó con un cuestionario donde se recogió, la percepción del usuario en cuanto al tiempo y la dificultad de las tareas que le han sido encomendadas así como su satisfacción con el sistema.

Nótese que no se realiza una aplicación directa de la técnica “*Contextual Inquiry*” (que suele emplearse para indagar sobre un contexto de uso o trabajo ya establecido) sino una variación o combinación para su empleo orientado a test de usabilidad, añadiendo valor a la parte de información relativa a la evaluación. Esto es así dado que:

- a) El usuario no está trabajando en su entorno habitual. Precisamente, el entorno es un nuevo entorno virtual que se ha construido siguiendo los principios de diseño centrado en el usuario.
- b) Las tareas no son tareas habituales, son una serie de tareas que se han definido con anterioridad, siguiendo igualmente los principios de diseño centrado en el usuario.
- c) Se empleó un cuestionario donde el usuario aportó su impresión sobre tiempo y dificultad para completar las tareas (medidas de eficiencia) y se analizó si el usuario fue capaz de realizar las tareas (medidas de eficacia) y en qué forma.

El test se llevó a cabo en tres fases:

1. **Introducción:** Tras una presentación, se le indicó al usuario en qué consistía la prueba y cómo se iba a llevar a cabo, garantizándole una vez más todos los aspectos relativos a privacidad y confidencialidad. Antes de comenzar se le preguntó al usuario si se sentía cómodo con la prueba, si tenía alguna duda o impedimento y finalmente se solicitó su consentimiento para dar comienzo a la misma.
2. **Interacción con el sistema** (cuerpo de la entrevista): Se solicitó al usuario que llevara a cabo una serie de tareas dentro del sistema, no necesariamente en el orden especificado y que tras completar cada una de ellas indicara su percepción sobre el tiempo que le había tomado realizarla y la dificultad que le había supuesto.
3. **Discusión de cierre:** Se generó una discusión donde el investigador compartió con el usuario las conclusiones que había sacado durante la prueba e indagó sobre las respuestas que había marcado en el cuestionario.

Modelo y motivación del cuestionario empleado.

Tal como se ha explicado anteriormente, el objetivo de los test de usabilidad no era el obtener datos rigurosos tipo “benchmark”, esto es, contar el número exacto de fallos, el tiempo en segundos o el número de “clicks” para realizar una tarea; sino precisamente evaluar la percepción del usuario respecto al sistema.

Emplear este modelo de cuestionario en lugar de medir sistemáticamente los tiempos puede resultar especialmente útil en dos circunstancias:

1. Cuando lo que resulta de interés es conocer la percepción del usuario y no el tiempo exacto. Por ejemplo, un usuario puede haber empleado diez minutos en superar una misión en un juego educativo y otro media hora, pero ambos pueden percibir el tiempo empleado como adecuado según su perfil y sus conocimientos. En casos donde las medidas de rendimiento son esenciales (por ejemplo, el tiempo que tarda el sistema de seguridad de un tren en dar la alarma de velocidad) este tipo de acercamiento carecería de sentido. Otra opción es pedirle al usuario que mida aproximadamente el tiempo que ha invertido en realizar la tarea (ver figura 8).
2. Cuando las circunstancias impiden que se tomen medidas exactas y que exista un moderador por cada usuario que está probando el sistema. Pensemos en ocasiones donde un sistema es presentado a un grupo de investigadores (en una conferencia, un taller o similar) y cada uno está probándolo simultáneamente desde su equipo personal. En este escenario es imposible emplear técnicas de evaluación de la usabilidad tipo test clásicas como TAP o RTA, mientras que el uso del acercamiento aquí expuesto sí resultaría factible y de utilidad.

De hecho, este acercamiento, del que se puede encontrar más información en (Martín-Moncunill, 2013) ha sido probado con éxito en proyectos de investigación del área educativa como “Organic.Lingua”²⁰ (Martin-Moncunill et. al., 2013) o “SLRoute”²¹.

La figura 8 muestra parte de un cuestionario de este tipo empleado para la evaluación del proyecto europeo de investigación “VOA3R” (Stracke et. al., 2013).

Figura 9: Fragmento de cuestionario empleado para evaluar la usabilidad del portal del proyecto europeo de investigación “VOA3R”.

VOA3R Trials
USER ID [REDACTED]
SESSION 2 – SOCIAL FEATURES (R)

PLEASE KEEP IN MIND ☺ :

“Time” is about how much time you spent trying to do the task: A=Immediate | B= up to 3 minutes | C= more than 3 minutes.
Please don't spend more than 5 minutes trying to complete a task with time.

“Difficulty” is about how hard was the task to be completed: A=No problem | B= you experienced some minor problems to complete the task | C= you had severe problems to complete the task. Use “X” if you couldn't complete it.

1. Setting Up the Stage

	Time	Dif.
1.1. Change website's visualization according to your profile.		
1.2. Change your status to “Trying VOA3R at Athens”		

2. Making Friends

	Time	Dif.
2.1. Look for “David Martin” and add him as a friend.		
2.2. Send a message to him saying “Hi friend!”		
2.3. Look for 2 more friends that are researchers in the same field as you using the advanced social search and add them as friends. You can add more criteria if you want.		

CONTINUABA CON MÁS PREGUNTAS ...

Fuente: Elaboración propia.

Para facilitar la lectura, el cuestionario empleado para el presente trabajo se muestra en el capítulo de descripción de los resultados, dado que, las tareas que se incluyeron fueron resultado de los experimentos realizados durante la fase de especificación de requisitos.

²⁰ http://ec.europa.eu/information_society/apps/factsheet/index.cfm?project_ref=270999

²¹ <http://spanishlanguageroute.com/index.php/es/>

4.2.2. Interacción social y cuestionario TAM

La segunda prueba consistió en la realización de un evento síncrono donde profesores, investigadores experimentados, investigadores noveles y estudiantes con interés sobre el mundo de la investigación se relacionaron dentro del mundo virtual.

De esta forma se indagó sobre las posibilidades del sistema como herramienta para la colaboración entre investigadores obteniendo datos adicionales como soporte adicional a la prueba anterior.

Para realizar la evaluación final en cuanto la aceptación de los usuarios del mundo virtual desarrollado como herramienta para el aprendizaje de la metodología y práctica de la investigación se empleó un cuestionario siguiendo el modelo de aceptación tecnológica (“Technology Acceptance Model” – TAM) propuesto por Davis et. al. (1989).

TAM es una adaptación de la “*Theory of Reasoned Action*” (Teoría de la Acción Razonada) para el ámbito de la Ingeniería de Software (Venkatesh et. al., 2003). El modelo TAM trata de predecir la aceptación tecnológica de un sistema antes de enfrentar al usuario al sistema real definitivo, considerando dos variables: la utilidad y la facilidad de uso percibida, las cuales sirven de base para determinar las actitudes enfocadas al uso del sistema.

La utilidad percibida (“*Perceived usefulness*”, PU). Es definida (Davis et. al., 1989) como “el grado en que una persona cree que el uso de un determinado sistema mejora su rendimiento en el trabajo”. La percepción de la facilidad de uso (“*Perceived ease-of-use*”, FUP) es definida (Davis et. al., 1989) como “el grado en que una persona cree que utilizando un sistema en particular, podrá liberarse del esfuerzo que le conlleva realizar un trabajo”.

Esta teoría modela cómo los usuarios llegarían a aceptar y utilizar una tecnología a introducir, estimando que cuando a los usuarios se les presenta una nueva tecnología, son los dos factores anteriormente mencionados los que influyen fundamentalmente en su decisión.

Así, se establece que el usuario ante dos sistemas con funciones idénticas elegirá aquel en el que perciba mayor utilidad y que le sea más fácil manejar. Nótese que una vez más se habla de “percepción”, la facilidad que un usuario percibe para realizar una tarea es subjetiva y guarda relación con la experiencia de usuario, esto es, como se siente el usuario al realizar una tarea.

A modo de ejemplo, puede darse el caso en el que, objetivamente, un usuario emplee 10 minutos en realizar una tarea empleando el sistema “X” y lo haga en 60 “clicks” de ratón mientras que con el sistema “Y” invierta 15 minutos y 80 “clicks” de ratón; pero que aún así este perciba el sistema “Y” como más fácil de usar.

De este modo, en nuestro caso, estaríamos dando a elegir al usuario entre emplear un mundo virtual para el aprendizaje de materias relacionadas con la metodología y práctica de la investigación o continuar empleando otras tecnologías.

La tabla 7 contiene las preguntas realizadas en cuanto a la utilidad percibida y la tabla 6 sobre la facilidad de uso. En ambas se pidió a los usuarios que valoraran su acuerdo con las afirmaciones en una escala de 1 a 5 siendo “1 = Totalmente en desacuerdo” y “5 = Totalmente de acuerdo”.

Tabla 6 : Preguntas del cuestionario TAM relativas a la facilidad de uso.

	1	2	3	4	5
1. Resulta sencillo aprender los aspectos básicos sobre cómo manejarse dentro del mundo virtual.	<input type="checkbox"/>				
2. Comunicarse con otros usuarios reales dentro del mundo virtual es sencillo.	<input type="checkbox"/>				
3. Comunicarse con robots (personajes no jugadores) dentro del mundo virtual es sencillo.	<input type="checkbox"/>				
4. Es fácil acceder a los materiales educativos que se proporcionan en el mundo virtual.	<input type="checkbox"/>				
5. La dificultad para conseguir completar las áreas propuestas durante mi estancia en el mundo virtual fue adecuada (considerar conocimientos de investigador novel).	<input type="checkbox"/>				
6. La calidad de los materiales fue buena, teniendo en cuenta que se trataba sólo de un prototipo.	<input type="checkbox"/>				
7. Las indicaciones dentro del mundo virtual fueron suficientes, visible y colocadas en el sitio oportuno.	<input type="checkbox"/>				
8. Fue fácil encontrar una solución cuando cometí un error empleando el mundo virtual. MARCA NEUTRAL (3) SÓLO SI NO HAS COMETIDO NINGÚN FALLO DENTRO DEL MUNDO VIRTUAL.	<input type="checkbox"/>				
9. El mundo virtual se comportó de manera imprevista.	<input type="checkbox"/>				
10. El mundo virtual es rígido y es difícil interactuar en él.	<input type="checkbox"/>				
11. Tuve que pedir ayuda constantemente para poder manejarme dentro del mundo virtual.	<input type="checkbox"/>				
12. En general, encontré el mundo virtual fácil de usar.	<input type="checkbox"/>				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 : Preguntas del cuestionario TAM relativas a la utilidad percibida.

	1	2	3	4	5
1. El mundo virtual hace que aprender aspectos ligados a la investigación sea más accesible.	<input type="checkbox"/>				
2. Completar las misiones cortas en el mundo virtual es más útil que completar ejercicios cortos sobre papel.	<input type="checkbox"/>				
3. El mundo virtual me ayuda a aprender más rápidamente.	<input type="checkbox"/>				
4. El mundo virtual podría cumplir con mis necesidades de aprendizaje (las necesidades de un investigador novel).	<input type="checkbox"/>				
5. Dar clase a través del mundo virtual facilitaría la labor de los profesores, haciendo sus explicaciones más cercanas y comprensibles.	<input type="checkbox"/>				
6. Aprender mediante el mundo virtual es más divertido que mediante otros métodos tradicionales y on-line.	<input type="checkbox"/>				
7. El mundo virtual planteado tenía todos los elementos principales necesarios para impartir clases sobre metodología y práctica de la investigación.	<input type="checkbox"/>				
8. Aprender mediante el mundo virtual es más fácil que mediante otros métodos tradicionales y on-line.	<input type="checkbox"/>				
9. Colaborar y socializar con otros usuarios en el mundo virtual podría resultar muy provechoso para el aprendizaje.	<input type="checkbox"/>				
10. Considero útil seguir participando en el mundo virtual una vez terminado el curso, para intercambiar conocimientos con usuarios y emplearlo como parte de un entorno de trabajo colaborativo.	<input type="checkbox"/>				
11. Recomendaría el uso del mundo virtual para el aprendizaje de conocimientos ligados con la metodología y práctica de la investigación.	<input type="checkbox"/>				
12. En general, encuentro el mundo virtual útil para el aprendizaje de conocimientos ligados con la metodología y práctica de la investigación.	<input type="checkbox"/>				

Fuente: Elaboración propia.

El transcurso de la prueba fue el siguiente:

1. Se citó a los investigadores para que se presenciaran en un determinado punto del mundo virtual. Cuando acudieron todos se les explicó en que iba a consistir la prueba.
2. Se dividió a los participantes en grupos de 2-3 personas y se les destinó a distintos lugares del mapa, donde deberían presentarse y hablar sobre sus experiencias con el mundo virtual durante 15 minutos. Transcurrido ese tiempo deberían acudir al auditorio del mundo virtual.
3. Siguiendo las pautas de un congreso de investigación al uso, se solicitó a los participantes que se presentaran.
4. El autor del presente trabajo realizó una presentación sobre los hallazgos obtenidos en el mismo hasta el momento.
5. Se abrió una ronda de preguntas.
6. Se cerró el acto agradeciendo a los participantes su asistencia y solicitándoles que llenaran un cuestionario que les sería enviado por email.

Nota sobre los usuarios sin experiencia previa en mundos virtuales.

En la presentación sobre mundos virtuales (página 18) se explicó a los usuarios como instalar el cliente de “OpenSim” y aspectos básicos sobre como interactuar con el entorno. La figura 10 muestra la transparencia de explicación del entorno.

Figura 10: *Como configurar un visor para acceder a un mundo virtual en “OpenSim”.*



Fuente: Elaboración propia a partir de capturas de pantalla de los visores “Singularity”²² y “Firestorm”²³.

²² <http://www.singularityviewer.org/>

²³ <http://www.firestormviewer.org/>

En cuanto a los aspectos básicos sobre cómo moverse por el entorno de “OpenSim” se presentaron varias diapositivas con capturas de pantalla de la “Isla-tutorial de orientación en OpenSim” conocida como “Arcadia” desarrollada por el estudio 3DLES²⁴, la cual ya demostró su efectividad en distintos proyectos de investigación sobre educación en el ámbito europeo. Las figuras 11 y 12 muestran dos instantáneas del tutorial interactivo disponible en “Arcadia” y dan una idea del proceso de tutorización en diferentes aspectos prácticos del entorno en lo relacionado con la interacción del usuario.

Figura 11 y Figura 12: Tutorial interactivo sobre “OpenSim” en la isla de “Arcadia”.



Fuente: Elaboración propia a partir de capturas de pantalla dentro del mundo virtual “Arcadia”.

²⁴ <http://www.3dles.nl/en/>

4.3. Descripción de los resultados

Tal como se ha visto en el capítulo anterior dedicado a la descripción del experimento, la metodología a emplear quedaba dividida en cuatro etapas y en cada una de ellas se empleaban distintas técnicas de usabilidad. Los resultados obtenidos de la aplicación de las técnicas para cada etapa suponían una serie de decisiones que influían en la entrada de la siguiente.

Es por esto, que el desarrollo del presente capítulo se divide en cuatro secciones que exponen de manera resumida los resultados de cada etapa y las decisiones que se tomaron de acuerdo a los mismos.

4.3.1. Análisis del contexto

El análisis del contexto se realizó mediante el análisis del estado del arte, el análisis heurístico y el experimento sobre las impresiones y expectativas iniciales de los usuarios. Los dos primeros ya han sido detallados con anterioridad en el bloque 2 del presente trabajo, cabiendo recordar que el cuestionario para captar las impresiones y expectativas iniciales de los usuarios, se basó en las conclusiones extraídas de este primer análisis.

Los usuarios quedaron divididos en tres grupos principales: profesores, investigadores y alumnos. Estos disponían de perfiles diversos, ya que el Máster Universitario en e-learning y Redes Sociales de la UNIR, a pesar de estar ligado al área de ingeniería, cuenta con un gran número de alumnos procedentes de áreas como comunicación, magisterio o psicología. Por otro lado, a todos los usuarios se les exigió contar con el nivel mínimo en cuanto a conocimientos relativos a tecnologías de la información necesario para poder cursar el máster adecuadamente.

Además, los alumnos que se inscriben en este máster, proceden de distintos países y tienen intereses diversos, desde alumnos españoles que acaban de terminar su carrera y desean completar su formación, hasta profesores con años de experiencia en una universidad de América del Sur, pasando por investigadores que quieren realizar un máster para poder optar al doctorado. En la tabla 2 se resumen los perfiles de los usuarios, la información detallada sobre este aspecto se encuentra la sección “Especificación de requisitos”, donde se definen las personas y escenarios.

La tabla 8 muestra los identificadores de los usuarios y el perfil principal en el que se enmarcan, cada uno en un color para ayudar a su diferenciación. Los resultados del análisis se recogen en la tabla 9.

Tabla 8 : Perfiles principales (en la primera fila) e identificadores de usuario pertenecientes a ese perfil (segunda fila), diferenciados por colores que se usarán a lo largo de la obra para mostrar los resultados.

PROFESOR	INVESTIGADOR	ALUMNO
1, 2, 3, 4	5, 6, 7, 8, 9, 10	11, 12, 13, 14, 15, 16

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 : Resultados del estudio sobre la percepción y expectativas de los usuarios.

AFIRMACIÓN (ver tabla 3)	PUNTUACIÓN															
	1				2				3				4			
	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	7
B	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3	2	10
C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	6
E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	2	7
F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	2	7
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	6
H	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	3	2	10
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	4	6	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6
N	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	6	1	2	0	3
O	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5	1	1	1	3
P	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	8
Q	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	5	3	3	3	9
R	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	4	13	0	1	2	3
S	3	3	2	8	1	2	2	5	0	1	2	3	0	0	0	0
T	0	0	0	0	1	0	2	3	1	1	2	4	2	3	2	7

Fuente: Elaboración propia.

Para cada afirmación (las que aparecen en la tabla 3) se muestra el número de profesores (P), investigadores (I) y alumnos (A) que asignaron una puntuación determinada, seguido por el resultado total (T). De este modo se pudo evaluar los aspectos que los usuarios consideraban más relevantes y las posibilidades que esperarían encontrar en el mundo virtual.

Nótese que la afirmación "K" ("Un juego lineal, guiado en una dirección. El mundo termina cuando el juego termina."), en cierto modo es una pregunta de control, puesto que lo que describe es un concepto opuesto a lo que cabría esperar de un mundo virtual.

Algunos aspectos destacables de las respuestas a este cuestionario fueron:

- Los usuarios consideraron como muy poco importantes las afirmaciones "R" ("Customizar el mundo virtual: tener casa, construir, etc.") y "S" ("Manejar una moneda virtual dentro del mundo.")
- "Poder ver vídeos, presentaciones y emplear cualquier tipo de material multimedia dentro del juego." (C) "Poder intercambiar conocimientos con otros investigadores." (J) e "Identificar el nivel de otros jugadores (PCs) para reconocerles y poder ayudarles." (M), fueron los aspectos más relevantes, en los que coincidieron todos los grupos.

- Varios usuarios no se definieron respecto a la pregunta "N" ("Dificultad progresiva"). Más adelante, tras preguntar directamente a los usuarios estos mostraron que estaban de acuerdo con la necesidad general de esta cuestión, pero que no tenían claro cómo aplicarlo a la enseñanza de la metodología y práctica de la investigación. Indicaron que en esta materia no existen niveles de dificultad tan marcados como ocurre en otras, tales como matemáticas, biología o electrónica, entre otras muchas.

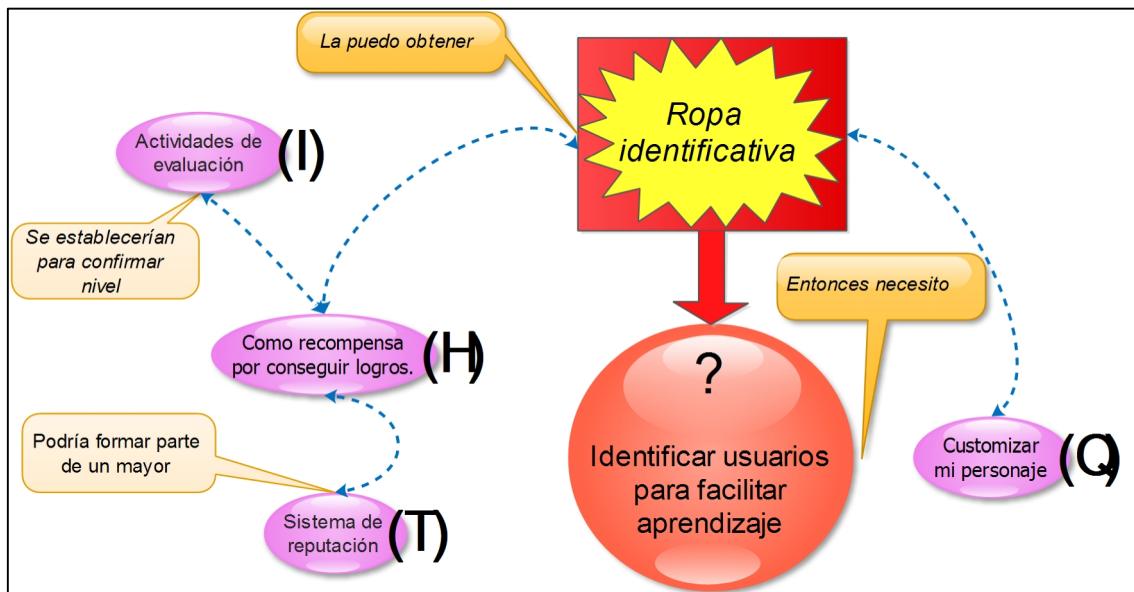
4.3.2. Especificación de requisitos

Los requisitos se plasmaron empleando la técnica "personas & scenarios" (personajes y escenarios), que se apoyó en las conclusiones obtenidas mediante una sesión de "Brainstorming". Esta sesión de "Brainstorming" se basó a su vez en los resultados obtenidos en el cuestionario sobre la percepción y expectativas de los usuarios (tabla 9).

Siguiendo el enfoque original de Osborn (1939), tras la presentación y la ronda de calentamiento se planteó a los participantes que escribieran cómo plasmarían ellos en el mundo virtual las distintas cuestiones que aparecieron en el cuestionario sobre percepción y expectativas, por qué deberían estar plasmadas, qué esperarían obtener, etc.

La figura 13 trata de esquematizar un ejemplo concreto de cómo se obtuvieron ideas sobre "¿Cómo identificar el nivel de otros jugadores (PCs) para reconocerles y poder ayudarles?" (afirmación "M").

Figura 13: Mapa mental, "¿Cómo identificar el nivel de otros jugadores (PCs) para reconocerles y poder ayudarles?" (afirmación "M").



Fuente: Elaboración propia.

Tras conocer las propuestas iniciales, gracias a la combinación de ideas se establece que una forma simple y efectiva de realizarlo era mediante ropa identificativa. Para esto sería necesario cumplir la afirmación “Q” respecto a la posibilidad de customizar personajes.

Además se estableció que estos atuendos se obtendrían como recompensa por completar misiones o logros (afirmación “H”), que se podrían establecer actividades de evaluación (afirmación “I”) a tal efecto y que todo podría formar parte de un sistema de reputación más elaborado (cuestión “T”).

Con la información obtenida hasta el momento, tanto de la sesión de “*Brainstorming*” como de las técnicas empleadas en la etapa anterior, se diseñaron los siguientes personajes y escenarios que ilustran en versión resumida las figuras 14, 15, 16, 17, 18 y 19²⁵.

Figura 14: Raistlin: el profesor invitado (scenarios & personas)

Raistlin: el profesor invitado	
	<p><i>Raistlin</i> es un doctor en telecomunicación que lleva varios años como profesor en una universidad pública española, también ha colaborado impartiendo clase en varias universidades privadas y está activo como investigador.</p> <p>Está interesado en temas ligados al aprendizaje on-line y “<i>serious gaming</i>”, por lo que se le ha invitado a participar en el mundo virtual.</p>
Escenario y motivación (objetivos)	
<p><i>Raistlin</i> está interesado en participar como profesor colaborador en el mundo virtual, fundamentalmente para aprender más sobre el uso de estos entornos, establecer contactos con otros (futuros) investigadores e indagar sobre las posibilidades del mundo virtual a largo plazo, como soporte virtual para la investigación.</p> <p>Previsiblemente, <i>Raistlin</i> paseará por el mundo virtual evaluando si las misiones planteadas por los NPCs son correctas, observando como las resuelven otros PCs y ayudándoles cuando estos lo requieran. Además está invitado a realizar exposiciones para los alumnos y a colaborar como “<i>Game master</i>”, pudiendo otorgar determinadas recompensas a los jugadores.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Retrato extraído de del blog “*Planet Minecraft*”²⁶.

²⁵ Los nombres están inspirados en el universo de fantasía “Dragonlance” (<http://en.wikipedia.org/wiki/Dragonlance>). Aunque puedan parecer extraños en una primera lectura, estos tratan de evocar a los arquetipos de usuarios que representan.

²⁶ <http://www.planetminecraft.com/blog/dragonlance-skin-series/>

Figura 15: *Goldmoon: una profesora buscando mejorar su perfil académico (scenarios & personas)*.

Goldmoon: una profesora buscando mejorar su perfil académico	
	<p><i>Goldmoon</i> es una joven profesora (35 años) que ha trabajado en una universidad de Colombia durante los últimos cinco. Es licenciada, pero no está vinculada a una carrera técnica (ingeniería).</p> <p>Ha colaborado en la escritura de un par de artículos nacionales, pero no conoce bien el mundo de la investigación, solo ha seguido instrucciones. Sus conocimientos en cuanto a manejo de ordenadores y mundos virtuales son los básicos, propios de cualquier persona de su edad que ha empleado los ordenadores para estudiar, trabajar y relacionarse.</p>
Escenario y motivación (objetivos)	
	<p><i>Goldmoon</i> estaba buscando un master relacionado con la educación para mejorar sus aptitudes como profesora y obtener una titulación académica que supusiera una mejora laboral y le permitiera acceder al doctorado.</p> <p><i>Goldmoon</i> quiere emplear el mundo virtual para aclarar las dudas que tiene en cuanto al mundo de la investigación y más que realizando los diferentes ejercicios, le gustaría participar en la escritura colaborativa de un artículo, liderado por ella con el fin de publicarlo.</p>

Fuente: Elaboración propia. Retrato extraído de del blog “Planet Minecraft”.

Figura 16: *Tanis: un investigador experimentado (scenarios & personas)*.

Tanis: un investigador experimentado	
	<p><i>Tanis</i> es un joven de 30 años dejó su trabajo en la empresa privada, para iniciar una carrera como investigador, con la firme intención de obtener un doctorado.</p> <p>Se unió a un grupo donde trabaja en varios proyectos europeos de investigación, ha colaborado en docencia y ya ha redactado artículos de investigación; de hecho ha colaborado en un artículo de impacto y está esperando respuesta de un par de revistas a las que ha enviado artículos como primer autor.</p>
Escenario y motivación (objetivos)	
	<p><i>Tanis</i> considera que realmente no va a aprender nada enfrentándose a los retos que le propongan los NPCs en el mundo virtual, así que espera que, al menos; estos retos que debe superar como alumno sean entretenidos. Lo que más le atrae es poder intercambiar ideas con otros investigadores, quizás encuentre a alguien con el que pueda colaborar escribiendo un artículo y probablemente se anime a guiar a los “novatos” del mundo de la investigación.</p>

Fuente: Elaboración propia. Retrato extraído de del blog “Planet Minecraft”.

Figura 17: *Kit: una investigadora novel (scenarios & personas)*.

Kit: una investigadora novel	
	<p><i>Kit</i> obtuvo su grado en ingeniería informática el curso pasado, pero dispone de algo de experiencia en el mundo de la investigación dado que el último año de carrera estuvo becada por uno de los grupos de investigación de su universidad.</p> <p>Tras la lectura de su trabajo fin de grado, los profesores le ofrecieron quedarse en el grupo y continuar su carrera como investigadora, a lo que ella accedió.</p>
Escenario y motivación (objetivos)	
<p>La máxima aspiración de <i>Kitiara</i> es llegar a ser profesora universitaria. Sabe que el camino para esto es largo y duro al igual que sabe que la principal forma en la que la van a evaluar es por el número de artículos que publique.</p> <p>En este sentido, <i>Kitiara</i> está especialmente interesada en conocer todos los aspectos relacionados con la redacción y publicación de artículos. Prefiere dar sus primeros pasos en solitario, aprendiendo de una forma libre, contrastando con lo que pueda extraer de su grupo de investigación, pero, en cuanto adquiera una base de conocimiento suficiente; desea establecer una red de contactos en los que se pueda apoyar a lo largo de su camino hacia la docencia.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Retrato extraído del blog “Planet Minecraft”.

Figura 18: *Tas: un alumno no orientado a la investigación*.

Tas: Un alumno no orientado a la investigación	
	<p><i>Tas</i> inició el máster como continuación a sus estudios de magisterio, puesto que entendía que le abriría puertas en el mercado laboral. Desconoce casi totalmente el mundo de la investigación y realmente no le despierta ningún interés especial.</p>
Escenario y motivación (objetivos)	
<p><i>Tas</i> no es capaz de estimar el impacto que pudiera tener en su futuro laboral una asignatura de este tipo, dado que nunca ha estado ligado al mundo de la investigación. Ve el mundo virtual como una forma distinta de relacionarse con el profesor y los compañeros, más allá de las clásicas sesiones <i>on-line</i> con el software de Adobe. Así, su objetivo principal es ser capaz de superar la asignatura, adquiriendo los conocimientos necesarios de la forma más entretenida posible. Su participación en el mundo virtual variará según el interés que le despierte la materia.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Retrato extraído de del blog “Planet Minecraft”.

Figura 19: *Tika: una alumna con aspiraciones investigadoras.*

Tika: Una alumna con aspiraciones investigadoras	
	<p><i>Tika</i> terminó este año sus estudios en ciencias del deporte y la actividad física y está decidida a dedicarse al mundo de la investigación. Le encanta la enseñanza y ese fue el motivo principal de iniciarse en el Máster Universitario de e-Learning y Redes Sociales de la UNIR, dado que habilita para el doctorado.</p> <p>Tiene algo de miedo, porque se siente un poco torpe en cuanto al uso de tecnologías de la información, aunque no tiene problemas con los aspectos básicos, le gusta moverse por redes sociales e incluso tiene un personaje en un mundo virtual de carácter social.</p>
Escenario y motivación (objetivos)	
<p><i>Tika</i> tiene pensado apuntarse a un programa de doctorado en cuanto obtenga su máster, pero actualmente solo conoce el mundo de la investigación de oídas. Así pues desea aprender todo lo posible al respecto, completar las tareas que se le propongan en el mundo virtual e incluso repetirlas ayudando a otros alumnos, dado que considera que la mejor forma de saber si se tiene algo claro es explicárselo (correctamente) a otros.</p> <p>Otro de sus objetivos fundamentales es establecer relación con investigadores, tanto novatos como veteranos para que la orienten sobre los “entresijos” del mundo de la investigación. Realmente, la ayuda que busca <i>Tika</i> de los investigadores no es tanto que la ayuden a entender la materia, sino a confirmar que la idea que ella misma se ha formado sobre el mundo de la investigación no difiere demasiado de la realidad, antes de dar el paso hacia el doctorado.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Retrato extraído de del blog “Planet Minecraft”.

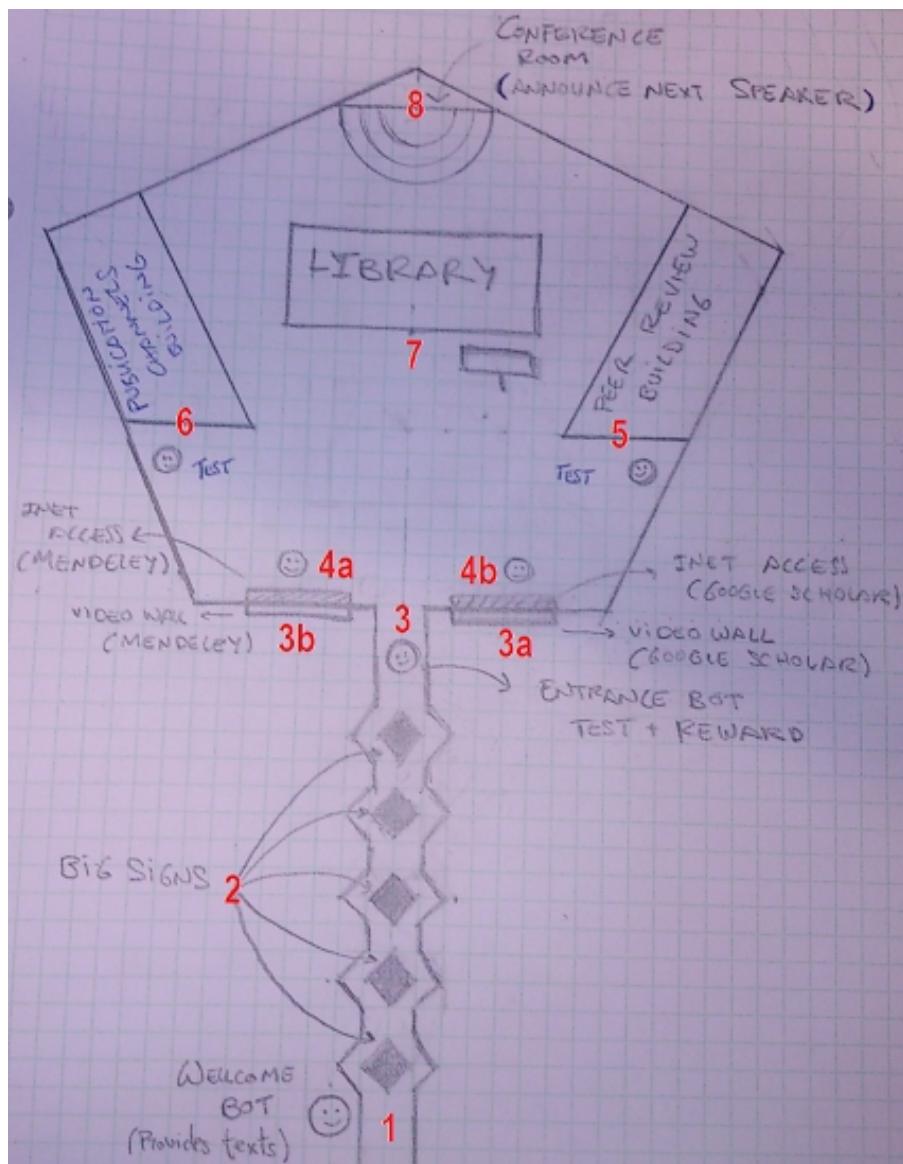
4.3.3. Diseño de escenarios

El diseño de los escenarios partió de prototipos en papel donde se reflejaba el mundo virtual y varias zonas donde los alumnos podrían interactuar, atendiendo a sus objetivos principales ilustrados en los personajes y escenarios que se vieron en la sección anterior. Estos prototipos fueron empleados, evaluados y mejorados mediante la técnica “pluralistic walkthrough”.

El resultado de esta etapa fue, por tanto, el diseño de los escenarios que serían implementados en “OpenSim” y que configurarían el prototipo del mundo virtual; así como la lista de tareas que deberían llevar a cabo los usuarios dentro de estos escenarios.

La figura 20 muestra el prototipo en papel del mapa completo del prototipo del mundo virtual, junto al número que se le asignó a cada escenario. Los números corresponderían al orden aconsejado de desarrollo de actividades, aunque el usuario será libre de visitar y realizar las tareas que correspondan en el orden que él estime oportuno. Las tablas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 resumen los escenarios.

Figura 20: Prototipo en papel del mapa completo, definiendo los distintos escenarios.



Fuente: Elaboración propia.

Señalar que el orden correlativo de las actividades está relacionado con la navegación del usuario por el mundo virtual que se juzgó como esperada, si este seguía las indicaciones de los NPCs. Las letras indican subtareas que pueden ser completadas en cualquier orden. A continuación, se presenta una ficha con cada una de las tareas que se han definido.

Tabla 10: Escenario 1: Bienvenida.

Escenario 1: Bienvenida

Stilgar (un robot - NPC) recibe al usuario y le presenta el mundo virtual. Le da un texto introductorio sobre el mundo de la investigación y le pide que continúe por el camino leyendo los letreros que encuentra a su paso.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11: *Escenario 2: Camino a la ciudad.*

Escenario 2: Camino a la ciudad

El usuario recorrerá un camino que lleva a la ciudad de “Ix”, una ciudad pensada para y por investigadores. A lo largo del camino deberá fijarse en las señales que presentan el proceso de investigación y sus diferentes etapas, animándole a consultar los apuntes del curso y las referencias si requiere de mayor información.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12: *Escenario 3: Prueba a la entrada.*

Escenario 3: Prueba a la entrada

En la entrada de la ciudad se encuentra Alia (un robot - NPC), el cual indica al usuario que para acceder a la ciudad vestido adecuadamente deberá superar una prueba de conocimiento, contestando correctamente a una serie de preguntas que estarán relacionadas con las señales que se encontró en el camino, así como aspectos relativos a la búsqueda de fuentes de información y la gestión de referencias. Respecto a estos dos temas le entrega unos apuntes y le recomienda dar un vistazo a los “video-walls” a la entrada de la ciudad.

Si el usuario le pregunta sobre los “video-walls” este le dirá que el de su derecha (3a) presenta “Google Scholar”, un buscador orientado al mundo de la investigación y el de su izquierda (3b) presenta “Mendeley”, un gestor de referencias.

Una vez que el usuario contesta satisfactoriamente todas las preguntas realizadas por Alia, esta le recompensa con un traje acorde a su perfil (alumno, investigador, profesor). Antes de despedirse le recomienda que salude a los guardianes de la entrada que se encuentran al otro lado, justo detrás de los “video-walls”.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13: *Escenario 4: Conociendo la ciudad.*

Escenario 4: Conociendo la ciudad

Justo detrás de los “video-walls”, al otro lado del muro, cuidando la puerta de la entrada se encuentran Duncan (4a) y Gurney (4b) (ambos robots - NPCs).

Gurney propone al usuario que use la pantalla de acceso a internet detrás de él para crearse una cuenta en “Mendeley” y le da indicaciones sobre el resto de edificios (6, 7, 5 y 8), proponiéndole el orden de visita más adecuado.

Duncan le pide que realice unas búsquedas empleando “Google Scholar” y le da una lista con estas búsquedas y operadores que puede emplear para realizar búsquedas textuales. Le remite a Gurney si desea información adicional de la ciudad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14: Escenario 5: El proceso de revisión por pares.

Escenario 5: El proceso de revisión por pares

En la entrada al edificio de revisión por pares se encuentra Chani (un bot – NPC), que tras presentarse indica al jugador lo que se va a encontrar en la sala. Concretamente, dentro de la sala se encuentran nueve estanterías donde los usuarios depositan los artículos que quieren que sean revisados y las revisiones, a saber:

- Artículos sobre e-learning y revisiones de los artículos.
- Artículos sobre redes sociales y revisiones de los artículos.
- Artículos sobre web semántica y revisiones de los artículos.
- Artículos sobre “serious gaming” y revisiones de los artículos.
- Documentación sobre el proceso de revisión por pares.

Chani solicita al usuario que se documente sobre el proceso de revisión por pares y una vez esté listo, que acuda a ella para que le evalúe. Si supera la evaluación recibirá un complemento de vestimenta como recompensa y le animará a que revise alguno de los artículos que se encuentran en las estanterías.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15: Escenario 6: Publicación.

Escenario 6: Publicación

En la entrada al edificio de canales de publicación se encuentra Paul (un bot – NPC), que tras presentarse indica al jugador lo que se va a encontrar en la sala. En la misma se encuentran cuatro pantallas de acceso a internet:

1. Muestra "CiteFactor" (<http://www.citefactor.org/>), una web que indexa a todas las revistas y actas de impacto.
2. Muestra "Calendar of upcoming scientific conferences" (<http://www.conference-service.com/>), una web recomendada para la localización de conferencias.
3. Muestra “h-index calculator” (<http://www.chemconnector.com/2011/04/23/calculating-my-h-index-with-free-available-tools/>) un artículo que explica las distintas herramientas gratuitas disponibles para calcular el índice h.
4. “Call for papers”, una web hecha para el curso donde se indican los temas de investigación sobre los que se podrá elaborar el trabajo final de la asignatura.

Además, en la pared frontal del edificio existe un “video-wall” que recomienda el canal de You-Tube “Publishing your research 101”.

(<https://www.youtube.com/playlist?list=PL6544210348021339>)

Paul recomienda al usuario que experimente en la sala y una vez esté listo, que acuda a ella para que le evalúe. Si supera la evaluación recibirá un complemento de vestimenta como recompensa y le animará a que visite la biblioteca si todavía no lo ha hecho.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Escenario 7: La biblioteca y escritura colaborativa.

Escenario 7: La biblioteca y la escritura colaborativa
A la entrada de la biblioteca se encuentra un tablón de anuncios donde los usuarios pueden publicar mensajes sobre artículos en los que necesitan ayuda. La bibliotecaria, Lady Jessica (un robot – NPC) informa al usuario que la biblioteca está todavía en construcción, pero que en un futuro albergará todos los artículos de los investigadores del mundo virtual que hayan pasado por el proceso de revisión por pares hasta su aceptación para la publicación en la misma. Antes de despedirse le da un manual sobre escritura colaborativa y le anima a consultar el tablón de la entrada y unirse a un grupo de investigación o tratar de formar uno nuevo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Escenario 8: Presentaciones en conferencias y congresos.

Escenario 8: Presentaciones en conferencias y congresos
Se trata de un área donde se pueden realizar presentaciones ante un colectivo de usuarios. Será empleada durante la sesión de interacción social. En la sesión en solitario habrá un cartel indicando la siguiente sesión y el ponente.

Fuente: Elaboración propia.

Tareas a realizar durante la visita guiada

A partir de los escenarios propuestos se establecieron distintas tareas que el usuario debería cumplir durante su visita al mundo virtual. Nótese que varias de las tareas reales que se deberían realizar en un curso normal como solicitar a un usuario que realice la revisión de un artículo de investigación, que visione todos los vídeos de un canal recomendado o que lea apuntes, no tienen cabida en la prueba. Además del hecho de que esto supondría una cantidad de tiempo inasumible, se debe tener presente que se está realizando una evaluación de las posibilidades del mundo virtual mediante un prototipo, no una evaluación detallada de un mundo virtual finalizado y los materiales educativos empleados en el mismo.

Conviene incidir, una vez más, en que el propósito de la evaluación no es la usabilidad de la versión final de un mundo virtual en “*OpenSim*” sino la idoneidad para emplear un mundo virtual en “*OpenSim*” para un fin determinado; para lo cual se empleará un prototipo inicial cuyo objetivo principal será mostrar las posibilidades del mismo.

En este sentido, lo que se solicita al usuario es que evalúe el tiempo y la dificultad para entender lo que se le está pidiendo en cada escenario, identificar las herramientas que se ponen a su disposición e indicar como intentaría resolver el ejercicio que se le plantearía en una clase real.

Además, al tratarse de un prototipo cabía la posibilidad de encontrarse con problemas técnicos y carencias en los robots o en los distintos elementos interactivos que se encontraban en los escenarios. Tampoco existe tiempo para desarrollar todo el material educativo, por lo que solo se muestra una parte representativa.

Por estas razones se dedujo que no tendría sentido realizar una sesión tipo test donde la interacción con el moderador estuviera limitada, como en TAP o RTA.

Mediante la visita guiada, el usuario podría ir pasando por los distintos escenarios acompañado por el moderador, el cual, además de indagar sobre el comportamiento del usuario, podría sortear cualquier tipo de fallo en el sistema indicando el resultado esperado o modificando el entorno sobre la marcha.

Por ejemplo, si un robot no respondiera correctamente, podría realizar el mismo la conversación o tratar de modificar el comportamiento del robot en el acto.

La tabla 18 muestra el listado de tareas a realizar, el cual fue el segundo de los resultados de la fase de diseño, junto a la definición de los escenarios.

Tabla 18: Listado de tareas a realizar durante la evaluación.

Escenario	Identificador	Tarea
1	1	Habla con Stilgar para que te cuente como llegar hasta la ciudad.
2	2	Llega hasta la ciudad siguiendo las indicaciones de Stilgar.
3	3a	Habla con Alia en la puerta de la ciudad y averigua como pasar la prueba que te propone.
3	3b	Investiga la zona y supera la prueba propuesta por Alia (el moderador indicará las respuestas si es necesario).
4	4a	Encuentra a Duncan y completa la tarea que te pide.
4	4b	Encuentra a Gurney y completa la tarea que te pide.
4	4c	Pregunta a Gurney sobre la ciudad.
5	5a	Dirígete al edificio de revisión por pares y habla con Chani a la entrada.
5	5b	Recoge la documentación sobre el proceso de revisión por pares.
5	5c	Supera la prueba que te propone Chani (el moderador indicará las respuestas si es necesario).
6	6a	Dirígete al edificio de publicación y habla con Paul a la entrada.
6	6b	Analiza las posibilidades de las herramientas que ofrece la sala.
6	6c	Supera la prueba que te propone Paul (el moderador indicará las respuestas si es necesario).
7	7a	Accede a la biblioteca y habla con Lady Jessica, la bibliotecaria.
7	7b	Revisa el contenido de la información que te da sobre escritura colaborativa.
7	7c	Comprueba si en el tablón de anuncios alguien busca ayuda para escribir un artículo sobre mundos virtuales para investigación. De ser así pide unirte al grupo, de lo contrario, crea uno nuevo.
8	8	Identifica el auditorio e indica las posibilidades de la zona.

Fuente: Elaboración propia.

La primera columna de la tabla 18 muestra el escenario relacionado con la tarea, la segunda el identificador de la tarea y la tercera la descripción de la tarea a realizar.

4.3.4. Evaluación

Completados los experimentos de la etapa de diseño se dispuso de la información necesaria para la implementación del entorno en “*OpenSim*”. Para ello se empleó el software “*USB OpenSim*”²⁷, el cual permite instalar un servidor de “*OpenSim*” portable y aislado en una memoria USB, lo cual facilita la labor de desarrollo y la accesibilidad para realizar pruebas con usuarios en su entorno de trabajo o estudio habitual, empleando su propio equipo.

Teniendo en cuenta los objetivos del estudio, la fase de evaluación con usuarios requerirá de un prototipo básico, no debiendo invertir tiempo de más en aspectos estéticos o de programación que puedan ser resueltos por el moderador de los tests durante la realización de la prueba. Para esto se recomienda emplear creaciones para “*OpenSim*” disponibles de forma gratuita y con licencia abierta, como las que se encuentran en la web “*OpenSim Creations*”²⁸. Todos los elementos que aparecen en el prototipo del juego fueron bien elaboración propia o bien obtenidos a través de esta página. La figura 21 recoge un instante de la construcción del edificio de “revisión por pares”, la figura 22 muestra la construcción del “video-wall” sobre “*Mendeley*” y la figura 23 la construcción de la sala para presentaciones; siguiendo lo descrito en el prototipo en papel de la figura 20, y los escenarios definidos.

Figura 21: Prototipo en papel del mapa completo, definiendo los distintos escenarios.



Fuente: Elaboración propia.

²⁷ <http://vw-standards.wikispaces.com/Research+-+USB+OpenSim>

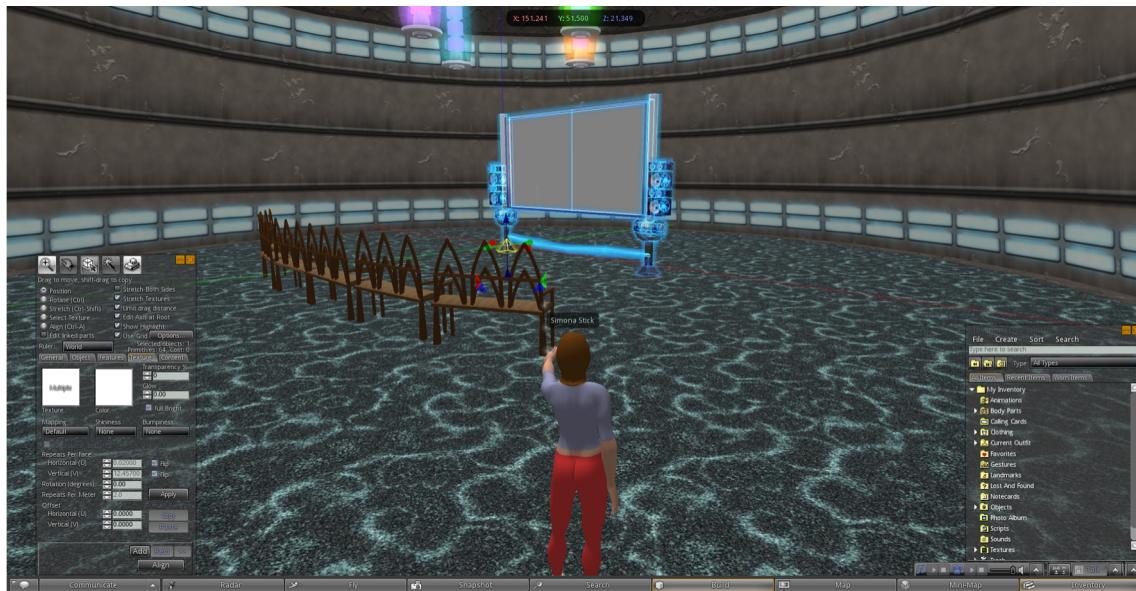
²⁸ <http://opensim-creations.com/>

Figura 22: Construyendo el “video-wall” sobre “Mendeley”.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Construyendo la sala de presentaciones.



Fuente: Elaboración propia.

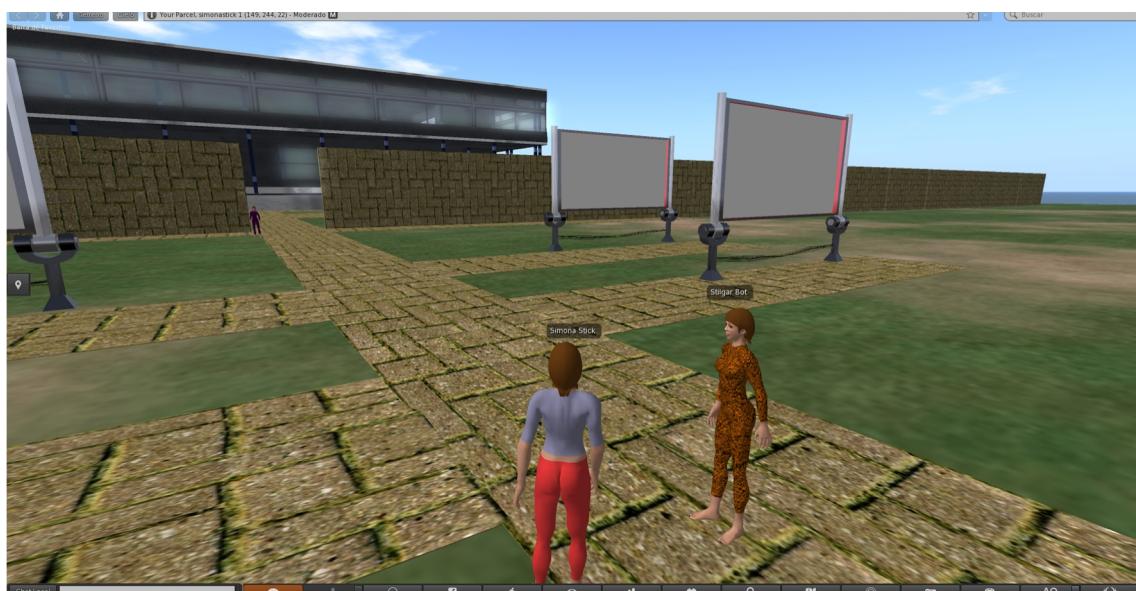
Aspectos como la programación de los de los NPCs o el desarrollo facciones o vestuarios personalizados supone una gran cantidad de tiempo y esfuerzo que no se debe invertir en esta fase, donde simplemente se está evaluando la idoneidad del empleo del mundo virtual.

El empleo de la técnica “*Contextual Inquiry*”, dentro del marco de una visita guiada, permite que el moderador haga notar al usuario las posibilidades del mundo virtual y obtener información que guíe el desarrollo futuro sin necesidad de desarrollar con detalle todos estos aspectos.

De este modo, aunque todos los NPCs presenten un aspecto similar dado que no se debe invertir demasiado tiempo en estos aspectos, el moderador podrá indicar al usuario la posibilidad de modificar completamente el físico de cualquier NPC, interpretar un diálogo en su lugar o realizar preguntas a los usuarios sobre cómo se imaginarían que ese NPC debería ir vestido, que tipo de lenguaje debería emplear o si la estética de los edificios le resulta adecuada entre otras muchas cuestiones.

La figura 24 muestra los dos primeros NPCs con los que se encuentra el jugador en su llegada al mundo virtual. Se observa que ambos presentan prácticamente el mismo aspecto.

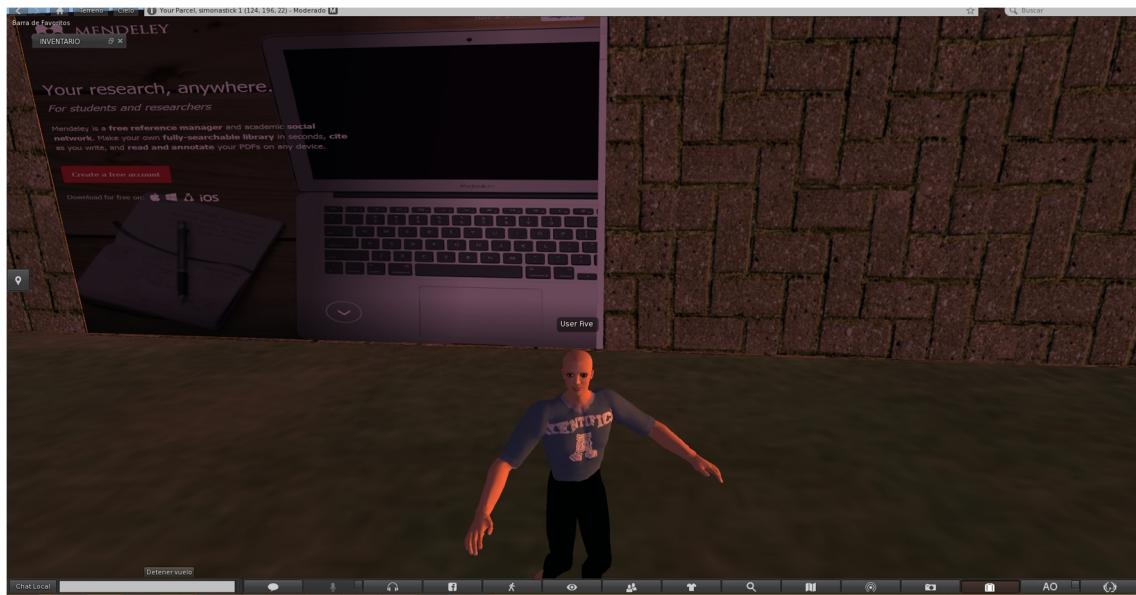
Figura 24: NPCs a la entrada. El usuario se encuentra junto a Stilgar (vestido naranja) al fondo se distingue “Jessica” (vestido púrpura).



Fuente: Elaboración propia.

Se buscó procurar un equilibrio entre el tiempo de implementación de este tipo de detalles y la necesidad de realizar un prototipo que resultara adecuado para que la evaluación con usuarios arrojara resultados suficientes y fiables. La figura 25 muestra a uno de los sujetos de prueba portando una camiseta con el texto “Científico” y la letra “A” (que vendría a ser una categoría o nivel en la versión final), obtenida tras superar la prueba “6c” descrita en la tabla 18. La figura 26 es el diseño de la textura empleada para crear la camiseta.

Figura 25: Usuario vistiendo la camiseta de “Científico”, justo detrás el “video-wall” sobre “Mendeley” que aparece también en la figura 22.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Textura empleada para la creación de la camiseta.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la prueba “Visita Guiada”

Tabla 19: Resultados de la prueba “Visita Guiada” siguiendo el modelo propuesto en la figura 9. No se han separado los resultados por grupos de usuarios, tal como se hizo en la tabla 9, al no existir diferencias significativas entre estos.

Tarea	Tiempo			Dificultad		
	A	B	C	A	B	C
Habla con Stilgar para que te cuente como llegar hasta la ciudad.	16	0	0	16	0	0
Llega hasta la ciudad siguiendo las indicaciones de Stilgar.	16	0	0	16	0	0
Habla con Alia en la puerta de la ciudad y averigua como pasar la prueba que te propone.	16	0	0	6	0	0
Investiga la zona y supera la prueba propuesta por Alia (el moderador indicará las respuestas si es necesario).	16	0	0	13	3	0
Encuentra a Duncan y completa la tarea que te pide.	16	0	0	13	3	0
Encuentra a Gurney y completa la tarea que te pide.	16	0	0	13	3	0
Pregunta a Gurney sobre la ciudad.	16	0	0	16	0	0
Dirígete al edificio de revisión por pares y habla con Chani a la entrada.	16	0	0	16	0	0
Recoge la documentación sobre el proceso de revisión por pares.	12	4	0	13	3	0
Supera la prueba que te propone Chani (el moderador indicará las respuestas si es necesario).	16	0	0	16	0	0
Dirígete al edificio de publicación y habla con Paul a la entrada.	16	0	0	16	0	0
Analiza las posibilidades de las herramientas que ofrece la sala.	16	0	0	16	0	0
Supera la prueba que te propone Paul (el moderador indicará las respuestas si es necesario).	16	0	0	16	0	0
Accede a la biblioteca y habla con Lady Jessica, la bibliotecaria.	16	0	0	16	0	0
Revisa el contenido de la información que te da sobre escritura colaborativa.	16	0	0	16	0	0
Comprueba si en el tablón de anuncios alguien busca ayuda para escribir un artículo sobre mundos virtuales para investigación. De ser así pide unirte al grupo, de lo contrario, crea uno nuevo.	16	0	0	13	3	0
Identifica el auditorio e indica las posibilidades de la zona.	16	0	0	16	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Resultados del estudio TAM tras la prueba de “Interacción Social”.

Tabla 20: Resultados de la prueba “Interacción Social”. Respuesta al formulario del estudio TAM relativas a la facilidad de uso, tal como aparecen en la tabla 6.

AFIRMACIÓN (ver tabla 6)	PUNTUACIÓN																				
	1				2				3				4				5				
	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16	
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	6	2	4	4	10
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	1	2	1	4	2	4	3	9	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	3	4	4	11	0	2	2	4	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	2	7	2	2	3	7	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	2	6	0	0	0	0	3	3	4	10	
9	2	2	2	6	2	4	4	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	4	6	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	3	6	5	14	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	6	2	4	4	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21: Resultados de la prueba “Interacción Social”. Respuesta al formulario del estudio TAM relativas a la utilidad percibida, tal como aparecen en la tabla 7.

AFIRMACIÓN (ver tabla 7)	PUNTUACIÓN																				
	1				2				3				4				5				
	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	P	I	A	T	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	9	1	2	1	4	1	0	2	3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	2	3	3	8	1	1	3	5	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	2	4	6	12
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	2	4	6	12
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16
10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3	9	1	2	1	4	1	0	2	3	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	2	4	6	12
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	6	6	16

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Discusión de los resultados

Exceptuando los resultados pertenecientes a la etapa de evaluación, el resto ya fueron discutidos con anterioridad, de cara a facilitar la lectura de la obra puesto que, como ya se indicó; las decisiones tomadas en cada etapa son la consecuencia de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas hasta ese momento.

Analizando los resultados plasmados en la tabla 19, se puede observar claramente que la percepción de los usuarios sobre los escenarios implementados en el prototipo fue muy buena. Igualmente, las tablas 20 y 21 indican una respuesta claramente positiva por parte de los usuarios en cuanto a la facilidad de uso y la utilidad percibida.

Los siguientes párrafos profundizan en estos resultados, incluyendo algunos comentarios de interés que realizaron los usuarios durante la prueba.

4.4.1. Resultados de la prueba “Visita Guiada”

Los resultados de esta prueba fueron muy positivos, existiendo un nivel de acuerdo muy elevado. La mayor parte de las tareas obtuvieron la mejor valoración posible (A) en los dos aspectos por los que se preguntó a los usuarios. En cuanto al nivel de acuerdo, no existieron diferencias significativas entre los distintos grupos de usuarios e incluso en los casos donde existieron algunos usuarios discrepantes, estos aportaban motivos similares justificando su discrepancia. A continuación se proporcionan detalles adicionales sobre las tareas donde existieron discrepancias y por tanto no se obtuvo la mejor valoración posible.

- Las tareas 3b (“Investiga la zona y supera la prueba propuesta por Alia.”), 4a (“Encuentra a Duncan y completa la tarea que te pide.”) y 4b (“Encuentra a Gurney y completa la tarea que te pide.”) requerían el visionado de vídeos en “video-walls” (ver figura 22). Algunos usuarios encontraron incomodo visionar los vídeos dentro del entorno, indicando que se perdía calidad y costaba encuadrar la imagen. Se hace referencia, por tanto, a un problema estético que podría solucionarse adecuando el tamaño de las pantallas creadas a las proporciones de los vídeos, mejorando la visualización con scripts específicos y con el uso del zoom por parte del usuario para encuadrar la pantalla o como solución alternativa, copiando el enlace del vídeo y pegándolo en el visor que este considerara más oportuno.
- Durante la realización de la tarea 5b (“Recoge la documentación sobre el proceso de revisión por pares.”) algunos usuarios consideraron tedioso el proceso de ir consultando distintas estanterías y el hecho de que la documentación básica se encontrara distribuida en lugar de en un solo documento.

- En la tarea 7c (“Comprueba si en el tablón de anuncios alguien busca ayuda para escribir un artículo sobre mundos virtuales para investigación. De ser así pide unirte al grupo, de lo contrario, crea uno nuevo.”) los usuarios podían consultar un tablón de anuncios en una pantalla similar a las de las tareas 3b, 4a y 4b, que recreaba un foro web con varios anuncios. Al igual que ocurrió en las tareas anteriormente mencionadas, varios usuarios encontraron esto algo incómodo, comparado con realizarlo desde su navegador habitual.

Estos tres casos están básicamente ligados a problemas estéticos y falta de experiencia por parte de los usuarios, lo cual podría ser fácilmente solucionado y, en cualquier caso, no han supuesto problemas notables.

Algunos usuarios indicaron que contestar las preguntas una a una a los NPCs no parecía la forma más adecuada cuando hubiera varias preguntas o varios usuarios esperando a contestar. Esta afirmación es completamente cierta, existiendo opciones como “*Sloodle quiz chair*”²⁹ que permitiría integrar cuestionarios de “Moodle”³⁰ dentro del mundo virtual. De hecho “Sloodle” contiene una serie de módulos para “Moodle” que permiten conectar el mundos virtuales con un sitio de aprendizaje basado en este LMS, permitiendo crear cursos que tienen presencia web y presencia virtual, dando acceso a los chats en “Moodle”, realizar presentaciones, permitir la interacción en clases dictadas directamente en el mundo virtual o el caso anteriormente citado de la creación de sillas que permiten realizar “*quizes*” (cuestionarios) y anotar los resultados. Otra opción para los cuestionarios sería implementarlos gráficamente dentro del propio entorno de “*OpenSim*” empleando C# o LSL (Linden Scripting Language)³¹.

La mayor parte de los usuarios apreciaron la posibilidad de realizar tareas en solitario a propuesta de los NPCs, teniendo a su disposición las herramientas necesarias dentro del mundo virtual. Por otro lado, como se ha mencionado en el análisis de las tareas 3b, 4a, 4b y 7c, algunos usuarios experimentaron ligeras incomodidades al emplear herramientas desde el mundo virtual.

Ya en este punto, antes de la prueba de interacción social, el usuario nº10, el cuál cursó el Máster en e-learning y Redes Sociales valoró muy positivamente el hecho de que pudiera impartirse clase directamente en el mundo virtual, desde una sala de presentaciones. Según el mismo, esto permitiría continuar interactuando con los compañeros después de la clase y realizar trabajos colaborativos con las herramientas que están a disposición dentro del mundo virtual, de forma más sencilla a como se había realizado hasta la fecha.

²⁹ <https://www.sloodle.org/>

³⁰ <https://moodle.org/>

³¹ http://wiki.secondlife.com/wiki/LSL_Portal/es

Respecto a esto, continuó indicando que en varias asignaturas se había recurrido a grupos en redes sociales y había tenido que crearse perfiles nuevos por motivos de privacidad, con el único fin de trabajar en el curso y que esta le parecía una forma mucho más acertada. Finalmente recalcó el hecho de que, a su parecer, en un máster de e-learning y una universidad con las bases en las que se asienta la UNIR, el cursar una asignatura en un mundo virtual debería definitivamente incluirse dentro del programa.

4.4.2. Resultados del estudio TAM tras la prueba de “Interacción Social”

Los resultados del estudio de aceptación tecnológica, fueron igualmente positivos y apuntan a confirmar la idoneidad de implementar un mundo virtual para la impartición de las materias que nos ocupan. Al igual que en el apartado anterior, se profundiza en las preguntas que obtuvieron resultados o comentarios destacables.

Atendiendo a la facilidad de uso, los usuarios coincidieron en que el entorno era fácil de emplear, siendo las únicas cuestiones destacables las siguientes:

- “Es fácil acceder a los materiales educativos que se proporcionan en el mundo virtual.” (Pregunta 4). Algunos usuarios consideraron que ir buscando en las estanterías de libros les resultaba un poco incómodo y que la información en pantallas, perdía calidad y que era un tanto incómodo visionar vídeos desde las mismas. Esto está directamente relacionado con los problemas ya mencionados que algunos usuarios se encontraron en las tareas 3b, 4a, 4b y 7c; cuya posible solución también ha sido anteriormente comentada.
- “La calidad de los materiales fue buena, teniendo en cuenta que se trataba sólo de un prototipo.” (Pregunta 6) Hubo dos usuarios que mantuvieron una opinión neutral, pues no se consideraban capaces de estimar el esfuerzo de desarrollo de realizar mejoras. Siete consideraron que se podrían haber cuidado algo más aspectos estéticos y las posibilidades de interacción con objetos y NPCs, mientras que el resto de usuarios (7) se mostraron completamente de acuerdo con la afirmación. En cualquier caso, tras ser preguntados, todos parecieron coincidir en que el impacto que supondrían estas mejoras para el tipo de evaluación que se estaba realizando sería escaso o nulo y no debería afectar a la decisión final sobre la idoneidad del empleo del mundo virtual.
- “El mundo virtual se comportó de manera imprevista.” (Pregunta 9) Hubo un problema en las animaciones de los avatares de los usuarios al intentar sentarse en las sillas de la sala de conferencias, quedando estos en posiciones extrañas. Otros problemas habituales fueron los ligados a la visualización de vídeos, retardos en la carga de texturas o conversaciones incompletas con los NPCs. Seis usuarios entendieron inmediatamente que estos problemas eran normales dado que se trataba de un prototipo ejecutándose en un entorno no optimizado (servidor, red, etc.), sin embargo el resto consideraron que se podrían haber evitado algunas situaciones. Una vez más, estaríamos hablando de “bugs” y problemas técnicos perfectamente solucionables.

En cuanto a la utilidad percibida destacaron los siguientes puntos:

- "Completar las misiones cortas en el mundo virtual es más útil que completar ejercicios cortos sobre papel." (Pregunta 2). La mayor parte de los usuarios mantuvieron una posición neutral respecto a esta afirmación, ya que consideraron que la utilidad dependería más del ejercicio en sí mismo que del entorno empleado. El resto de usuarios estuvieron de acuerdo en menor (4) o mayor (3) grado, indicando que en la mayoría de los casos entendían que el mundo virtual permitía posibilidades de interacción y aprendizaje que no ofrecían los ejercicios en papel (existen comentarios relativos a este punto más adelante).
- "El mundo virtual me ayuda a aprender más rápidamente." (Pregunta 3) Tres usuarios se mantuvieron neutrales en esta pregunta, dado que entendían que la rapidez de aprendizaje dependía de la persona en concreto y en su caso no podrían asegurar si aprenderían más rápido con el mundo virtual o empleando otros métodos. El resto estuvieron de acuerdo (8) o muy de acuerdo con la afirmación (5) entendiendo que las herramientas y la capacidad de interacción que se pone a disposición en los mundos virtuales debería agilizar el aprendizaje, apuntando por otro lado que dependería también en gran medida del resto de los participantes en el mundo virtual.
- "Dar clase a través del mundo virtual facilitaría la labor de los profesores, haciendo sus explicaciones más cercanas y comprensibles." (Pregunta 5) Hubo dos profesores y dos investigadores que no estuvieron completamente de acuerdo con esta pregunta, indicando que no sabían a ciencia cierta qué implicaciones adicionales tendría el desarrollo y preparación de las clases dentro del mundo virtual. Entre los usuarios con perfil de alumno hubo un acuerdo total en este punto, entendiendo que definitivamente facilitaría la labor del profesor y que fundamentalmente la haría más agradable. En cualquier caso, debe considerarse que este punto no se trató con exhaustividad durante las pruebas, ya que los usuarios, aunque pudieron realizar actividades colaborativas, no emplearon el mundo virtual específicamente para impartir clase.
- "Considero útil seguir participando en el mundo virtual una vez terminado el curso, para intercambiar conocimientos con usuarios y emplearlo como parte de un entorno de trabajo colaborativo." (Pregunta 10) El elevado número de respuestas neutrales en este punto se debió más a factores externos que sobre el propio mundo virtual. Los usuarios consideraron el mundo virtual un lugar adecuado para intercambiar conocimientos y emplearlo como parte de un entorno de trabajo colaborativo, pero la decisión de considerarlo útil sería más bien consecuencia de las aportaciones y relaciones que se establecieran entre los participantes, las cuales construirían un entorno interesante al que seguir acudiendo. Nótese que esto vendría a ser exactamente lo mismo que ocurriría si hubiera que tomar esta decisión sobre un entorno real.

Como se indicó en el capítulo destinado a la descripción del experimento, en la prueba de interacción social se realizó una presentación sobre los resultados obtenidos y a su fin se realizó un coloquio al respecto.

Este coloquio comenzó incidiendo (usuario nº4) en la colaboración entre investigadores como factor fundamental en el proceso de investigación. Todos los usuarios reconocieron el hecho de que emplear un mundo virtual facilita esta interacción y posibilita el trabajo colaborativo a través de herramientas reales que se pueden emplear dentro del propio entorno. Así mismo consideraron este punto lo suficientemente importante por sí mismo como para considerar seriamente el empleo de un mundo virtual para impartir materias relacionadas con la metodología y práctica de la investigación.

Una de las ventajas que tuvieron en alta consideración en cuanto al empleo de herramientas dentro del juego, como “Mendeley” o “Google Scholar”, a pesar de que pudiera resultar un poco más incómodo para algunos usuarios; fue la posibilidad de ser tutorizado por otros usuarios dado que estos podrían observar la interacción con las mismas simplemente situando a su personaje cerca. Por otro lado apuntaron que la versión real necesitaría poner varios paneles de acceso, dado que con uno para cada herramienta se formarían colas de espera.

De igual forma estuvieron completamente de acuerdo con las afirmaciones que realizó el usuario nº10 (antiguo alumno del máster) tras la prueba en solitario, respecto a la posibilidad de dar clase y a la conveniencia de que en un máster sobre e-learning y redes sociales se experimentara el aprendizaje desde mundos virtuales.

En este punto el usuario nº16 (estudiante de psicología) manifestó el hecho de que interactuar a través de un avatar pudiera facilitar la labor a los usuarios tímidos, permitiendo practicar exposiciones (de cara a congresos y otros eventos), sin la presión directa de tener al público frente a frente. Consideró que este tipo de usuarios pudieran ir ganando confianza e incluso ayudarles a superar su timidez a través del uso del mundo virtual, extremo con el que estuvieron de acuerdo el resto de usuarios, entre los que se encontraban algunos que se confesaron “tímidos” en este sentido.

Consideraron especialmente útil la posibilidad de identificar rápidamente los conocimientos o incluso el área en el que estaba involucrado un usuario a través de su vestimenta, no solo como un aspecto ligado a una recompensa, sino para facilitar la identificación de individuos con los que resultaría interesante relacionarse o solicitar ayuda.

Respecto a los escenarios planteados, los usuarios no echaron en falta ningún tema fundamental y les pareció especialmente atractiva la iniciativa de la biblioteca de artículos como una forma de dotar de continuidad al mundo virtual sumado a la posibilidad de usar un foro dentro del mundo virtual (o fuera, accediendo desde un navegador a la dirección del foro) para localizar personas interesadas en investigar sobre un aspecto determinado.

Esto posibilitaría que antiguos alumnos se conectaran de vez en cuando, para proponer un tema o averiguar si otra persona necesita ayuda con un tema de su interés.

Finalmente el autor preguntó a los usuarios asistentes sobre sus impresiones en cuanto a la propia metodología seguida para la evaluación de la idoneidad del empleo de un mundo virtual para la enseñanza de la metodología y práctica de la investigación y que indicaran si, desde su punto de vista, sería idóneo la implantación de un mundo virtual. El usuario nº1 comenzó indicando que la metodología le había parecido muy exhaustiva, con una gran cantidad de pruebas en todas las etapas y siempre involucrando al usuario final, pero que no existía información respecto a los costes económicos que supondría en relación a los beneficios mencionados y que esto sería claramente el mayor impedimento. Los usuarios nº 3, 7 y 8 indicaron que iban a realizar la misma pregunta y el resto de usuarios se mostró igualmente de acuerdo con esta afirmación.

La respuesta a esta pregunta, de forma similar a como fue contestada en el coloquio, se expone en el siguiente capítulo, el cual resume las conclusiones del trabajo. Una vez realizada la explicación por el autor, todos los usuarios estuvieron de acuerdo en la idoneidad de implementar el mundo virtual si las condiciones económicas lo permitieran, destacando una vez más la práctica necesidad de incluir una experiencia directa en mundos virtuales en un máster sobre e-learning.

5. Conclusiones y trabajo futuro

Los resultados que se esperaban obtener de la realización del estudio se agruparon en dos puntos, tal como aparece en los objetivos descritos el capítulo 3, a saber:

1. Los resultados de la evaluación sobre la idoneidad del uso de un mundo virtual para la impartición de materias ligadas a la metodología y práctica de la investigación.
2. La constitución de un enfoque metodológico basado en los principios del diseño centrado en el usuario, que pudiera ser ensayado en otros contextos para su validación como metodología propia.

De este modo, el presente capítulo queda dividido en tres secciones, siendo las dos primeras las conclusiones en cuanto a los puntos que se acaban de indicar y la tercera sobre líneas de trabajo futuro.

5.1. Conclusiones sobre la idoneidad de uso del mundo virtual

La idoneidad del uso del mundo virtual se establece conforme al análisis de la información extraída a través de la realización de diez actividades, siete de ellas con usuarios (ver figura 3), a lo largo de las cuatro etapas de la metodología.

Los resultados, discutidos en el capítulo anterior, apuntan a que el empleo de un mundo virtual para la impartición de materias ligadas a la metodología y práctica de la investigación sería adecuada.

Este hecho se refleja cuantitativamente en los resultados obtenidos en los cuestionarios completados por los usuarios durante la fase de evaluación, existiendo igualmente una gran cantidad de información cualitativa extraída a lo largo de las cuatro etapas de la metodología propuesta.

Conviene destacar que durante las etapas anteriores a la concepción del prototipo y evaluación final se podría haber llegado a la conclusión de que no resultaba idóneo emplear un mundo virtual en el contexto educativo que nos ocupa, pudiendo interrumpir en ese punto el proceso de evaluación, y por tanto, la inversión de recursos a tal efecto.

Por el contrario, se podría decir que el llegar a la fase de evaluación tras la realización de varias pruebas con usuarios que, entre otros, haya posibilitado la definición toda una serie de escenarios y perfiles de usuario sin grandes dificultades, apuntaría con casi total seguridad la conveniencia del uso del mundo virtual. De no ser así, debería prestarse especial atención en discernir si efectivamente el empleo de un mundo virtual resulta inadecuado o si el problema real estuviera en una implementación inadecuada del prototipo.

En el contexto que nos ocupa, la evaluación no solo muestra la idoneidad del uso del mundo virtual para la enseñanza de materias ligadas a la metodología y práctica de la investigación, sino que indica que el prototipo diseñado constituye una aproximación muy acertada que puede emplearse como base y modelo para el desarrollo final.

A modo de conclusión, los motivos fundamentales por los que los usuarios consideran provechoso el empleo del mundo virtual, se resumen en los siguientes puntos:

1. Pone a disposición de los usuarios un entorno donde se encuentran las distintas herramientas que suelen emplear los investigadores, que sumadas a las posibilidades de comunicación e interacción que ofrece el mundo virtual, potencian en gran medida el aprendizaje colaborativo y la colaboración entre investigadores.
2. Incluye gamificación y la creación de sistemas de motivación, reconocimiento y recompensa. En el mundo virtual el usuario no solo realiza ejercicios ligados con la materia sino que asume el rol de investigador, habilitando la realización de misiones en solitario o en grupo, facilitando el aprendizaje tutorizado. Según progresas en su carrera como investigador dentro del mundo virtual este obtiene recompensas y reconocimientos útiles para identificar el perfil de los usuarios y facilitar de este modo la interrelación dentro del mundo virtual.
3. Capacidad para virtualizar y simular situaciones reales ligadas al mundo de la investigación, como la presentación ante un congreso, el proceso de revisión por pares o la escritura colaborativa, todo dentro del mismo entorno. Existe un factor que queda fuera del presente trabajo, pero que debiera analizarse en un caso real, la evaluación del coste y esfuerzo para el desarrollo del mundo virtual en relación con el beneficio que se piensa obtener, tal como apuntaron los usuarios tras la presentación en la prueba de interacción social.

Todos los usuarios señalaron que, atendiendo a los puntos anteriores, el mundo virtual produciría un enriquecimiento notable de la experiencia de aprendizaje haciendo que este sea más fácil y divertido.

Finalmente insistieron en que, entendiendo que el mundo virtual se desarrollaría en el marco del “Máster en e-Learning y Redes Sociales” de la UNIR, consideraban como una necesidad práctica, si se dispone de los medios oportunos, incluir una experiencia de aprendizaje en mundos virtuales, ya fuera para esta materia o cualquier otra.

5.2. Conclusiones sobre la idoneidad de uso del mundo virtual

La metodología propuesta ha seguido los principios de diseño centrado en el usuario lo largo de todas sus etapas, empleando diez actividades de las cuales siete contaban con la implicación directa de los usuarios. El trabajo realizado y la información extraída a lo largo de estas etapas parece consistente y suficiente para cumplir con los objetivos que se habían propuesto.

El propio enfoque metodológico fue expuesto a los usuarios, entre los que se encontraban experimentados profesores e investigadores, durante el coloquio tras la presentación en la prueba de interacción social. Todos los usuarios indicaron que la metodología, no solo les pareció adecuada sino que su aplicación había resultado exhaustiva, incluyendo una gran cantidad de pruebas.

Existe un factor que queda fuera del presente trabajo, pero que debiera analizarse en un caso real, la evaluación del coste y esfuerzo para el desarrollo del mundo virtual en relación con el beneficio que se piensa obtener, tal como apuntaron los usuarios tras la presentación en la prueba de interacción social.

Este factor queda fuera dado que el autor desconoce el esfuerzo y riesgo que la institución que imparte el máster estaría dispuesta a asumir. Sin embargo, el seguimiento de esta metodología no solo proporciona información en cuanto a los beneficios observados, sino que es útil para establecer aproximaciones sobre el esfuerzo de desarrollo que va a resultar necesario realizar.

Este presupuesto podría establecerse gracias a la experiencia en el desarrollo del prototipo y a toda la información que se recoge sobre las expectativas de usuarios, que se convierten en requisitos que van siendo refinados a lo largo de la aplicación de la misma. De igual modo, se podría realizar un análisis SWOT (Jackson et. al., 2003) a partir de la información obtenida.

Adicionalmente, indicar que el estudio que nos ocupa ha sido realizado en un tiempo aproximado de dos meses, teniendo el autor prácticamente nulos conocimientos sobre desarrollo de mundos virtuales en “OpenSim” y con únicamente el empleo de un ordenador portátil de gama media y una memoria USB de 16 GB.

Esto es un claro indicativo de la facilidad y el bajo coste con el que se puede aplicar esta metodología, máxime cuando la institución tenga acceso sencillo usuarios adecuados para la realización de las pruebas, como el caso que nos ocupa. En otros casos el coste mayor iría destinado a la localización y compensación de usuarios por su tiempo y a un posible gasto en la contratación de un experto en usabilidad para dirigir todo el proceso.

5.3. Trabajo futuro

El enfoque metodológico basado en el diseño centrado en el usuario que se ha presentado en esta obra deberá ser ensayado completamente en otros contextos, para garantizar su validación y confección final de una metodología propia.

Se debe tener en cuenta que “ser ensayado completamente” supondría estudiar los resultados de llevar a la práctica la adecuación de los contenidos según esta evaluación al mundo virtual, esto es, confeccionar un mundo virtual que ha sido juzgado como idóneo empleando esta metodología, siguiendo las recomendaciones obtenidas tras la aplicación de la misma y medir el éxito de la experiencia educativa en el mismo.

Así pues, el trabajo futuro debería pasar necesariamente por esta validación, ensayando las recomendaciones obtenidas tras la aplicación de la metodología en el mayor número de contextos educativos posible.

Referencias

Alexander, B. (2008). Deepening the chasm: Web 2.0, gaming, and course management systems. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 4(2), 198-204.

McDaniel, R., & Telep, P. (2009). Best practices for integrating game-based learning into online teaching. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 5(2), 424-438.

Barcelos, T. S., Muñoz, R., & Chalegre, V. (2012, November). Gamers as usability evaluators: a study in the domain of Virtual Worlds. In *Proceedings of the 11th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 301-304). Brazilian Computer Society.

Bell, M. (2008). Toward a definition of “virtual worlds.” *Journal of Virtual Worlds Research*, 1(1). Disponible en línea: <http://jvwreseach.org>.

Bos, B., Wilder, L., Cook, M., & O'Donnell, R. (2014). Learning mathematics through Minecraft. *Teaching Children Mathematics*, 21(1), 56-59.

Bouchard Jr, T. J., & Hare, M. (1970). Size, performance, and potential in brainstorming groups. *Journal of applied Psychology*, 54(1p1), 51.

Bouck, E., Satsangi, R., Doughty, T., & Courtney, W. (2014). Virtual and Concrete Manipulatives: A Comparison of Approaches for Solving Mathematics Problems for Students with Autism Spectrum Disorder. *Journal Of Autism & Developmental Disorders*, 44(1), 180-193.

Bowen Loftin, R., Engleberg, M., & Benedetti, R. (1993, October). Applying virtual reality in education: A prototypical virtual physics laboratory. In *Virtual Reality, 1993. Proceedings., IEEE 1993 Symposium on Research Frontiers in* (pp. 67-74). IEEE.

Bowman, D. A., & Hodges, L. F. (1997, April). An evaluation of techniques for grabbing and manipulating remote objects in immersive virtual environments. In *Proceedings of the 1997 symposium on Interactive 3D graphics* (pp. 35-ff). ACM.

Bowman, D. A., Gabbard, J. L., & Hix, D. (2002). A survey of usability evaluation in virtual environments: classification and comparison of methods. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 11(4), 404-424.

Cañada, J. (2003). 10 Malentendidos sobre Interacción Persona-Ordenador. *Terremoto.net*. Disponible en: <http://www.terremoto.net/x/archivos/000060.html> (último acceso 05/08/2014).

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2011). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning*. John Wiley & Sons.

Chung, J. C., Harris, M. R., Brooks, F. P., Fuchs, H., Kelley, M. T., Hughes, J., ... & Pique, M. (1989, September). Exploring virtual worlds with head-mounted displays. In *OE/LASE'89, 15-20 Jan., Los Angeles. CA* (pp. 42-52). International Society for Optics and Photonics.

Copper, A. (1999). *The Inmates Are Running the Asylum: Why High-Tech Products Drive Us Crazy and How to Restore the Sanity*. SAMS. ISBN: 0-67231-649-8.

Cooper, A., Reimann, R., & Cronin, D. (2007). *About face 3: the essentials of interaction design*. John Wiley & Sons.

Da Silva, T. S., Martin, A., Maurer, F., & Silveira, M. S. (2011, August). User-Centered Design and Agile Methods: A Systematic Review. In AGILE (pp. 77-86).

Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10-32.

Davis, F.; Bagozzi, R.; and Warshaw, R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, Volume 35, 1989, pp. 982-1003

Dillon, A. (2001). Beyond Usability: Process, Outcome and Affect in human computer interactions. *Canadian Journal of Information Science*, 26, 4, pp. 57-69.

de Freitas, S., Oliver, M. (2006). How can exploratory learning with games and simulations within the curriculum be most effectively evaluated? *Computers and Education*, Special Issue. 46 (2006) 249-264.

de Freitas, S., Rebollo-Mendez, G., Liarokapis, F., Magoulas, G., & Poulovassilis, A. (2010). Learning as immersive experiences: Using the four-dimensional framework for designing and evaluating immersive learning experiences in a virtual world. *British Journal Of Educational Technology*, 41(1), 69-85.

di Blas, N., & Paolini, P. (2014). Multi-User Virtual Environments Fostering Collaboration in Formal Education. *Educational Technology & Society*, 17 (1), 54–69.

Elling, S., Lentz, L., & de Jong, M. (2011, May). Retrospective think-aloud method: using eye movements as an extra cue for participants' verbalizations. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1161-1170). ACM.

Ghanbarzadeh, R., Ghapanchi, A. H., Blumenstein, M., & Talaei-Khoei, A. (2014). A Decade of Research on the Use of Three-Dimensional Virtual Worlds in Health Care: A Systematic Literature Review. *Journal of medical Internet research*, 16(2).

Gilbert, R., Murphy, N., Krueger, A., Ludwig, A., & Efron, T. (2013). Psychological Benefits of Participation in Three-dimensional Virtual Worlds for Individuals with Real-world

Greffou, S., Bertone, A., Hahler, E., Hanssens, J., Mottron, L., & Faubert, J. (2012). Postural Hypo-Reactivity in Autism is Contingent on Development and Visual Environment: A Fully Immersive Virtual Reality Study. *Journal Of Autism & Developmental Disorders*, 42(6), 961-970.

Gregory, S., Gregory, B., Reiners, T., Fardinpour, A., Hillier, M., Lee, M. J. W., . . . Larson, I. (2013). Virtual worlds in Australian and New Zealand higher education: Remembering the past, understanding the present and imagining the future. In H. Carter, M. Gosper, & J. Hedberg (Eds.), Electric dreams. Proceedings of the 30th ASCILITE Conference (pp. 312-324). Sydney, Australia: Macquarie University.

Guan, Z., Lee, S., Cuddihy, E., & Ramey, J. (2006, April). The validity of the stimulated retrospective think-aloud method as measured by eye tracking. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems (pp. 1253-1262). ACM.

Guzzetti, B.J., & Stokrocki, M. (2014). Reflections on Teaching and Learning in Virtual Worlds. *E-Learning and Digital Media*, 10, 3, 243-260.

Hannafin, M. J., Hill, J. R., Land, S. M., & Lee, E. (2014). Student-centered, open learning environments: research, theory, and practice. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 641-651). Springer New York.

Hassan Montero, Y., & Ortega Santamaría, S. (2009). Informe APEI sobre usabilidad. . Asociación Profesional de Especialistas en Información (APEI). Disponible en línea: <http://eprints.rclis.org/bitstream/10760/13253/1/informeapeiusabilidad.Pdf> (último acceso 05/08/2014).

Hew, K., & Cheung, W. (2010). Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British Journal Of Educational Technology*, 41(1), 33-55.

Holtzblatt, K., and Jones, S. "Contextual Inquiry: A Participatory Technique for System Design." in Schuler, D., and Namioka, A. (eds.) *Participatory Design: Principles and Practice*. Lawrence Earlbaum, Hillsdale, NJ. 1993: 180-193.

Ibáñez, M., García, J., Galán, S., Maroto, D., Morillo, D., & Kloos, C. (2011). Design and Implementation of a 3D Multi-User Virtual World for Language Learning. *Journal Of Educational Technology & Society*, 14(4), 2-10.

Jackson, S. E., Joshi, A., & Erhardt, N. L. (2003). Recent research on team and organizational diversity: SWOT analysis and implications. *Journal of management*, 29(6), 801-830.

Jung, Y., & Pawlowski, S. D. (2014). Virtual goods, real goals: Exploring means-end goal structures of consumers in social virtual worlds. *Information & Management*, 51(5), 520-531.

Karat, C. M., Campbell, R., & Fiegel, T. (1992, June). Comparison of empirical testing and walkthrough methods in user interface evaluation. In Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems (pp. 397-404). ACM.

Kennedy-Clark, S., Jacobson, M., & Reimann, P. (2009). Productive failure in inquiry learning in a multi-user virtual environment. *Proceedings asclite Auckland 2009* (pp. 524-527).

Lee, M. J. W. (2009). How can 3D virtual worlds be used to support collaborative learning? An analysis of cases from the literature. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 5(1), 149-158. [10]

Lee, M. J. W., & Dalgarno, B. (2011). Scaffolding discovery learning in 3D virtual environments: Challenges and considerations for instructional design. In S. Hai-Jew (Ed.), *Virtual immersive and 3D learning spaces: Emerging technologies and trends* (pp. 138-169). Hershey, PA: Information Science Reference.

Lewis, C. H. "Using the "Thinking Aloud" Method in Cognitive Interface Design." Technical Report IBM RC-9265. (1982).

Lu, H., Brockmann, T., & Stieglitz, S. (2013). Usability of virtual worlds. In *Design, User Experience, and Usability. Design Philosophy, Methods, and Tools* (pp. 340-348). Springer Berlin Heidelberg.

Ludy, P. J. (2000). *Profit Building: Cutting Costs Without Cutting People*. Berrett-Koehler Publishers.

Lukman, R., & Krajnc, M. (2012). Exploring Non-traditional Learning Methods in Virtual and Real-world Environments. *Journal Of Educational Technology & Society*, 15(1), 237-247.

Meggs, S. M., Greer, A. G., & Collins, S. (2011). Integrating Second Life as a pedagogical tool for interactive instruction. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 7(3), 380-392.

Martín-Moncunill, D. (2012). Estudio de usabilidad de motores de búsqueda en la web de organic.edunet.eu. Trabajo fin de carrera Ingeniería Técnica en Informática de Gestión. Universidad de Alcalá, Madrid, España. Disponible en: <http://biblio.uah.es/uhtbin/cgisirsi/LTr/SIRSI/0/5?searchdata1=%C499577>.

Martín-Moncunill, D., Sanchez-Alonso, S., Gaona, P., & Marianos, N. (2013). Applying visualization techniques to develop interfaces for educational repositories: the case of Organic.Lingua and VOA3R. In *Proceedings of the Learning Innovations and Quality conference. The Future of Digital Resources*, 60-67.

Martín Moncunill, D. (2013). A methodology for continuous usability assessment in educational content portals. Trabajo de fin de grado en Sistemas de Información. Universidad de Alcalá, Madrid, España. Disponible en línea: <http://dspace.uah.es/dspace/handle/10017/19973>

Morgado, L.; Varajão, J.; Coelho, D.; Rodrigues, C.; Sancín, C.; Castello, V. (2010). The Attributes and Advantages of Virtual Worlds for Real World Training, *The Journal of Virtual Worlds and Education* 1(1), 15-35. [48]

Muir, T., Allen, J., Rayner, C., & Cleland, B. (2013). Preparing pre-service teachers for classroom practice in a virtual world: A pilot study using Second Life. *Journal Of Interactive Media In Education*, 1-17. Pilot study with eight pre-service teachers.

Nielsen, J. (1992) "Evaluating the thinking aloud technique for use by computer scientists". En Hartson, H. R. and Hix, D. (Eds.), "Advances in Human-Computer Interaction Vol. 3", Ablex, Norwood, NJ. 75-88.

Nielsen, J. (1994). Usability engineering. Elsevier.

Nielsen, J. (1994b). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 413-414). ACM.

Nielsen, J. (1997). The use and misuse of focus groups. *Software, IEEE*, 14(1), 94-95.

Nielsen, J. (2003). Paper prototyping: Getting user data before you code. Last Reviewed on September, 22, 2007.

Norman, D. (1983b): Design principles for Human-Computer Interfaces. En Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems (1983), p.1-10, 12-15 de diciembre, Boston, Massachusetts, EE. UU.

Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). User centered system design. New Perspectives on Human-Computer Interaction, L. Erlbaum Associates Inc., Hillsdale, NJ.

Nussli, N., & Oh, K. (2014). The Components of Effective Teacher Training in the Use of Three-Dimensional Immersive Virtual Worlds for Learning and Instruction Purposes: A Literature Review. *Journal Of Technology & Teacher Education*, 22(2), 213-241. Key components of teacher training in 3D immersive worlds.

Oh, K., & Nussli, N. (2014). Teacher training in the use of a three-dimensional immersive virtual world: Building understanding through first-hand experiences. *Journal of Teaching and Learning with Technology*, 3(1), 33-58. "Teacher training for special education teachers in the use of virtual worlds.

Osborne, A. F. (1953). Applied imagination: principles and procedures of creative problem solving. Charles Scribener's Sons, New York.

Parise, S., & Crosina, E. (2012). How a mobile social media game can enhance the educational experience. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 8(3), 209–222.

Pellas, N. (2014). Conceptual foundations for interactive learning activities with the conjunction of Scratch4OS and Open Sim: Two examples to foster users' motivation for learning basic algorithmic commands. In M. Khosrow-Pour (Ed.), *Encyclopedia of Information Science and Technology*. Hershey, PA: IGI Global (in press).

Pellas, N. (2014b). The development of a virtual learning platform for teaching concurrent programming languages in the Secondary Education: The use of Open Sim and Scratch4OS. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 10(1), 129-143.

Pellas, N. & Kazanidis, I. (2013). Engaging students in blended and online collaborative courses at university level through Second Life: Comparative perspectives and instructional affordances. *New Review of Hypermedia and Multimedia Journal*. DOI:10.1080/13614568.2013.856958.

Preece, J., Rogers, Y., Sharp, H., Benyon, D., Holland, S. & Carey, T. (1994). Human-Computer Interaction. Reading MA: Addison-Wesley.

Rubin, J., & Chisnell, D. (2008). *Handbook of usability testing: howto plan, design, and conduct effective tests*. John Wiley & Sons.

López, J. M. S., & Garrido, C. D. (2014). Integración pedagógica de la aplicación minecraft edu educación primaria: Un estudio de caso. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, (45), 95-110.

Shackel, B. (1981). The concept of usability. Proceedings of IBM Software and Information Usability Symposium, Poughkeepsie, New York, USA.

Shneiderman, B. (1998). "Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction". Addison-Wesley,

Stichter, J., Laffey, J., Galyen, K., & Herzog, M. (2014). iSocial: Delivering the Social Competence Intervention for Adolescents (SCI-A) in a 3D Virtual Learning Environment for Youth with High Functioning Autism. *Journal Of Autism & Developmental Disorders*, 44(2), 417-430.

Stracke, C. M., Manouselis, N., & Sicilia, M. A. (Ed.s) Opening Up Access to Scientific Information. Disponible en línea: http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-33323/Opening_Up_Access_VOA3R_Stracke_2013.pdf

Van Den Haak, M., De Jong, M., & Jan Schellens, P. (2003). Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols: testing the usability of an online library catalogue. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 339-351.

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478.

Vogel-Walcutt, J. J., Del Giudice, K., Fiorella, L., & Nicholson, D. (2013). Using a video game as an advance organizer: Effects on development of procedural and conceptual knowledge, cognitive load, and casual adoption. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 9(3), 376–392

Wang, F., Burton, J. K., & Falls, J. (2012). A three-step model for designing initial Second Life-based foreign language learning activities. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 8(4), 324-333

Warburton, S. (2009). Second Life in higher education: Assessing the potential for and the barriers to deploying virtual worlds in learning and teaching. *British Journal of Educational Technology*, 40(3), 414-426.

Yee, N. (2014). The Proteus Paradox: How Online Games and Virtual Worlds Change Us-and how They Don't. Yale University Press.

Yoon, T., & George, J. (2013). Why aren't organizations adopting virtual worlds? *Computers In Human Behavior*, 29(3), 772-790.