

# Integration of Virtual Learning Objects in Immersive E-learning Communities

Julio R. Ribón, Ph.D.<sup>1</sup>, Martín E. Monroy, Ph.D.<sup>2</sup>, and Plinio P. Marrugo, Ms.c.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidad de Cartagena, Colombia, [jrodriguezr@unicartagena.edu.co](mailto:jrodriguezr@unicartagena.edu.co), [mmonroyr@unicartagena.edu.co](mailto:mmonroyr@unicartagena.edu.co),  
[ppuellom@unicartagena.edu.co](mailto:ppuellom@unicartagena.edu.co)

**Abstract**— *There is a technological problem that is preventing the realization of immersive e-learning communities. It consists of the difficulty that these communities have in accessing multiple learning resources stored in the LMS of the members, which is generating isolation. This work shows a case study carried out at the University of Cartagena, which has made it possible to solve the previously identified problem*

**Keywords**— *communities, e-learning, virtual worlds, learning resources, immersive technologies*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.142>  
ISBN: 978-0-9993443-1-6  
ISSN: 2414-6390

# Integración de Objetos Virtuales de Aprendizaje en Comunidades Inmersivas de E-learning

Julio R. Ribón, Ph.D.<sup>1</sup>, Martín E. Monroy, Ph.D.<sup>2</sup>, and Plinio P. Marrugo, Ms.c.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Universidad de Cartagena, Colombia, [jrodriguezr@unicartagena.edu.co](mailto:jrodriguezr@unicartagena.edu.co), [mmonroyr@unicartagena.edu.co](mailto:mmonroyr@unicartagena.edu.co), [ppuellom@unicartagena.edu.co](mailto:ppuellom@unicartagena.edu.co)

**Resumen**— *En los últimos años se ha visto una creciente aplicación de las tecnologías inmersivas en el apoyo a procesos educativos. En el sector académico su utilización es de vital importancia, ya que posibilitan la ubicuidad de la información, permitiendo el acceso a experiencias de los miembros de la comunidad en cualquier instante y lugar, extendiendo la accesibilidad a los recursos de aprendizaje almacenados en las plataformas de gestión de Aprendizaje (LMS – Learning Management Systems) de las organizaciones cooperantes; lo que puede enriquecer los procesos de aprendizaje, sumado a que posibilita la colaboración entre estudiantes a través de diversidad de dispositivos hardware y de acceso global. A pesar de la importancia del desarrollo de espacios colaborativos soportados en tecnologías inmersivas, existe un problema tecnológico que está imposibilitando la realización de comunidades de e-learning, impidiendo el acceso a las experiencias que poseen las comunidades. Este problema está relacionado con la dificultad que tienen las plataformas inmersivas de acceder a múltiples recursos de aprendizaje de forma simultánea, almacenados en diversos LMS, lo que está generando aislamiento. El presente trabajo muestra un caso de estudio realizado en la Universidad de Cartagena, que ha posibilitado dar solución al problema anteriormente identificado, posibilitando la realización de espacios inmersivos de e-learning.*

**Palabras Claves**— *comunidades, e-learning, mundos virtuales, recursos de aprendizaje, tecnologías inmersivas.*

## I. INTRODUCCIÓN

Una comunidad se define como un grupo que comparte inquietudes, pasiones, experiencias o que realiza acciones en conjunto [1]. Las organizaciones o personas al apoyarse en TICs pueden generar comunidades virtuales, en las cuales es posible compartir experiencia de aprendizajes, formando una comunidad de e-learning [2].

Las tecnologías de videojuegos, de realidad aumentada, de realidad virtual o el uso de video en 360°, permiten crear en el usuario la sensación de estar inmerso en el entorno informático con el cual tiene contacto, lo cual está ofreciendo una gran oportunidad a la educación, permitiendo generar comunidades de e-learning motivadoras y entretenidas para el desarrollo de actividades de enseñanza / aprendizaje [3].

Pese a la gran oportunidad que ofrecen las tecnologías inmersivas para construir comunidades de e-learning, existe un problema tecnológico que está dificultando el desarrollo de estas comunidades virtuales [4]. Este problema está relacionado con la imposibilidad de las plataformas tecnológicas tradicionales de permitir interoperar sus recursos de aprendizaje (experiencia de los pares) con las plataformas

inmersivas desde las cuales se están desarrollando los espacios de aprendizaje.

Existen algunas iniciativas que están tratando de dar solución a la problemática anterior. Muchas de éstas incorporan algunos plugins o módulos específicos que se implementan dentro de las tecnologías inmersivas para permitir la integración de recursos de aprendizaje desde plataformas terceras. Sin embargo, lo anterior no es una solución definitiva debido a la heterogeneidad de recursos de aprendizaje y de plataformas LMS [5] donde se almacenan. Algunas estructuran sus objetos de aprendizaje siguiendo estándares como LOM (*Learning Object Metadata*) [6] o SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*) [7] mientras que para otras la forma de estructurar objetos de aprendizaje es propietaria.

Lo anterior imposibilita los espacios de cooperación entre organizaciones, donde cada una de éstas posee sus propios sistemas LMS, en donde se almacenan experiencias de pares útiles para desarrollar actividades de enseñanza / aprendizaje desde las tecnologías inmersivas.

El presente trabajo busca contribuir a la solución del problema de interoperabilidad mencionado anteriormente, a través de la presentación de un caso de estudio desarrollado en la Universidad de Cartagena (Colombia), en la cual a través de tecnologías inmersivas, como es el caso de los mundos virtuales [3], se posibilita la accesibilidad a recursos de aprendizaje ofrecidos por diversos miembros de la comunidad y que se encuentran almacenados en plataformas que no son inmersivas.

Inicialmente, en el documento se describe a las comunidades virtuales de aprendizaje como una organización o grupo, continuando se identifican vistas de una arquitectura que posibilita la integración de recursos de aprendizaje desde comunidades inmersivas, posteriormente se realiza la descripción de un caso de estudio, en donde se muestra una solución al problema de integración de recursos de aprendizaje desde entornos inmersivos. Finalmente, se relacionan las conclusiones.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Los diagramas utilizados en la descripción de la arquitectura están basados en el *lenguaje unificado de modelado* (UML) [8] como lenguaje de modelado, el cual es considerado como un estándar en el desarrollo del software.

Los mundos virtuales han sido creados sobre una plataforma open source, denominada OpenSimulator [9].

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.142>  
ISBN: 978-0-9993443-1-6  
ISSN: 2414-6390

Para el caso de estudio utilizamos Moodle [10] como LMS que sirve de tecnología integradora de recursos de aprendizaje que se encuentra en terceras herramientas, como es el caso de otros LMS (Moodle y ATutor). Se utiliza el proyecto SLOODLE [11] para posibilitar la integración de Moodle desde OPensimulator.

Para la realización de las pruebas, los Web Services se implementaron en el lenguaje de programación Java y se ejecutaron sobre Apache Tomcat [12] y Axis [13].

### III. RESULTADOS

#### A. Comunidades Inmersivas de E-learning

En los entornos inmersivos un usuario puede estar representado por un avatar [14]; éste puede asumir 3 tipos de roles dentro de la comunidad de e-learning: *el Grupo de estudiantes, el Docente y el Director* [4]. *El estudiante* puede consultar las experiencias del grupo, ofrecidas a través de los recursos de aprendizaje; *el director* toma decisiones respecto a la estructura y alcances del conocimiento impartido en el desarrollo de actividades de aprendizaje dentro de la comunidad, mientras que el *docente* se encarga de orientar dicha comunidad, generando estrategias que posibiliten el alcance de los objetivos propuestos.

Las experiencias de aprendizaje que posee una comunidad, pueden estar conformadas por recursos de aprendizaje que son aportados por los diversos pares cooperantes, permitiendo mezclarlos con el fin de generar servicios académicos, por ejemplo, la oferta de una titulación conjunta entre organizaciones.

Los LMS posibilitan el almacenamiento de las experiencias de aprendizaje que pertenecen a cada organización cooperante dentro de la comunidad. Estos LMS son autónomos y pueden ser heterogéneos en sus arquitecturas y en la forma de almacenar dichas experiencias, lo que dificulta la interoperabilidad con experiencias de pares que se encuentran distribuidos en diversos sistemas [4].

Los mundos virtuales permiten generar comunidades de e-learning (Fig. 1) y posibilitan la accesibilidad a las experiencias de aprendizaje que los diversos pares han compartido a la comunidad, generando múltiples ventajas, por ejemplo: espacios compartidos para la colaboración; Interacción en tiempo real de los diversos actores del proceso de aprendizaje (estudiantes, docentes, directores); Ubicuidad y disponibilidad de los objetos de aprendizaje, Interfaces gráficas atractivas en 3D, lo que motiva a estudiantes, especialmente jóvenes; y accesibilidad a las experiencias de los pares cooperantes.

Los elementos más importantes con los que trabaja el sistema para gestionar el conocimiento colectivo, son las experiencias de aprendizaje que aporta cada uno de los pares de la comunidad, éstas son descritas por los recursos de

aprendizaje y pueden representarse como presentaciones, clases particulares, experimentos, lecciones, herramientas, experimentos, laboratorios, materiales de curso, etc.



Fig. 1 Comunidad Inmersiva de E-learning.

En una comunidad de e-learning los recursos de aprendizaje pueden estar almacenados localmente o ser integrados desde otras plataformas terceras. Estos recursos pueden ser clasificados de la siguiente manera [4]:

- **Objetos de Aprendizaje:** Cualquier entidad digital o no digital, que puede ser usada, reusada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en tecnología [15]. Por ejemplo: Contenidos de aprendizaje: lecciones, seminarios, talleres, casos de estudio, etc.
- **Objetos de Colaboración:** Herramientas que permiten a los actores colaborar entre sí para la realización de las diversas tareas durante el aprendizaje. Ejemplo: Foros, pizarras, Chat, audio y videoconferencia.
- **Objetos Repositorios:** Utilidades anexas a los recursos de aprendizaje, son almacenadas en el sistema para complementar las actividades de formación. Por ejemplo: archivos, videos, audio.
- **Objetos Interactivos:** Simulaciones, modelos, laboratorios online, proyectos.
- **Objetos de Valoración:** Objetos que permiten calificar el logro de los objetivos propuestos para cada una de las tareas que desarrolla el estudiante o para conocer o evaluar aspectos relacionados con la titulación conjunta. Por ejemplo: quices, test, examen, encuestas, consultas, votaciones.

#### B. Arquitectura de Integración de Recursos de Aprendizaje en Comunidades Inmersivas.

A continuación, las siguientes vistas de la arquitectura describen subsistemas débilmente acoplados, que posibilitan la integración de recursos de aprendizaje para posibilitar la generación de comunidades inmersivas de e-learning:

### 1. Vista Lógica

Tiene como propósito representar los elementos claves de abstracción responsables de cumplir con los requerimientos funcionales. Para garantizar la independencia funcional (débil acoplamiento entre las partes), el modelo asume que cada componente define interfaces para ofrecer sus servicios, las cuales son invocadas haciendo uso de XML y JSON [16]. Estos componentes son (Fig. 2):

**Web Services:** Garantiza la invocación de los servicios de aprendizaje desde las tecnologías inmersivas, por parte de los actores del sistema, permitiendo a cada uno de ellos acceder a las experiencias de los pares dentro de la comunidad e-learning.

**Plataforma de servicios:** Responsable del control sobre fuentes de datos únicos y difíciles de replicar, dando la posibilidad de que sean susceptibles de mezcla y transformaciones, para que se enriquezcan a medida que más gente las utilice al configurar nuevos servicios aprovechando la inteligencia colectiva, y para que sean suministrados a los usuarios organizacionales y externos, incorporando mecanismos de notificación por medio de la sindicación de dichos servicios.

**Reusable Bussines:** Este componente representa las fuentes de datos únicos y difíciles de replicar. En ellas se acceden a los recursos de aprendizaje almacenados y estructurados con los respectivos metadatos de diversos LMS.

que permiten integrar sus recursos de aprendizaje a herramientas terceras. El primero corresponde a la configuración del servicio y el segundo a su consumo.

**Configuración del servicio:** Para que los miembros de la comunidad de e-learning, tengan la posibilidad de invocar los servicios de aprendizaje, se hace necesario previamente que el administrador del sistema realice un proceso de configuración de dichos servicios, el cual consiste en definir un esquema exportado para cada fuente, que contiene la información referente a los recursos que ésta habilita para compartir; en él, se describen los derechos de acceso que se tienen sobre la estructura de un determinado esquema local. Todo esto se hace en el componente etiquetado *Reusable Bussines*.

Adicionalmente, para que el servicio quede completamente configurado, se hace necesario que a través del componente *Plataforma de Servicios*, el administrador del sistema describa la información referente al portafolio de servicios que se coloca disponible para los demás usuarios del sistema.

**Consumo del servicio:** Después de haber configurado los servicios, se hace necesario proveer un mecanismo que permita utilizarlos, representado en el modelo por medio del componente denominado *Web Services*, el cual invoca al componente *Plataforma de Servicios*, para publicar los servicios de aprendizaje, facilitando su invocación desde distintos tipos de dispositivo, su sindicación y la creación de interfaces ricas de usuario, al aplicar modelos de desarrollo y modelos de negocio ligeros, en la medida en que su invocación se hace a través de XML.

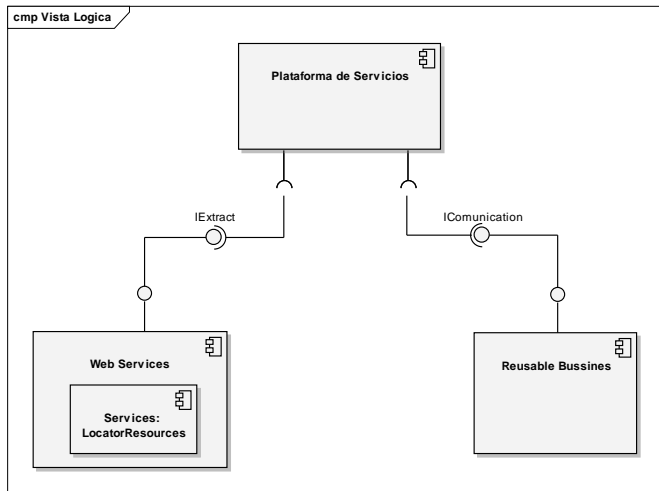


Fig. 2 Vista Lógica.

### 2. Vista de Procesos

Se utiliza para representar la distribución de las funcionalidades en cada uno de los componentes identificados en la vista lógica, resaltando el orden de comunicación que permite evidenciar el cumplimiento de los propósitos del sistema.

Se han identificado dos momentos importantes que describen los procesos para la prestación de los servicios de aprendizaje, ofrecidos por cada miembro de la comunidad y

### 3. Vista de Desarrollo

También conocida como vista de implementación, se encarga de mostrar la organización de los módulos de software, librerías, subsistemas y unidades de desarrollo (componentes propios del sistema).

El sistema de integración de recursos de aprendizaje en comunidades inmersivas de e-learning está conformado por dos subsistemas: Uno llamado *Federado*, que posibilita a la fuente de almacenamiento del recurso de aprendizaje la posibilidad de ser accedido.

El componente *Federado* corresponde al componente *Reusable Bussines* de la vista lógica (Fig. 2), el cual representa las fuentes de datos únicas y difíciles de replicar, brindando la posibilidad de que sean susceptibles de mezcla y transformaciones. Se usa como un adaptador desde el cual se acoplan las diferentes fuentes de datos para que luego puedan ser integradas a diversas tecnologías inmersivas; además permite que éstas, sean configurables por el administrador del servicio en cuestión, contribuyendo a la autonomía de cada fuente que se comparte.

El segundo subsistema es llamado *Federador* y gestiona la integración desde las comunidades inmersivas. Se encuentra débilmente acoplado con el subsistema *Federado*, debido a

que la comunicación entre ellos se realiza a través de XML y JSON, garantizando un alto grado de independencia funcional al utilizar patrones de diseño y modelos de programación ligeros.

El Componente *Federador* es el núcleo de la integración de recursos; brinda las funcionalidades para configurar los servicios de aprendizaje accesibles por la comunidad, manteniendo el control sobre fuentes de datos únicas y difíciles de replicar.

### C. Caso de Estudio.

La Universidad de Cartagena en busca de ofrecer actividades de enseñanza acorde a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes, se plantea un ejercicio académico para integrar las experiencias que poseen dos LMS: Moodle y ATutor, y que pudiesen ser consumidas desde tecnologías accesibles y que mantuviesen motivados a los estudiantes para desarrollar dichas actividades buscando generar escenarios de aprendizaje novedosos y enriquecedores.

Debido a lo anterior, dada la inclinación de los estudiantes por la utilización de videojuegos, se plantea utilizar tecnologías afines para apoyar el desarrollo de actividades educativas. Es decir, utilizar interfaces gráficas, ricas en recursos audiovisuales y con ambientes adaptativos y colaborativos para apoyar los procesos de aprendizaje. Por lo anterior, se decide consumir servicios desde un proveedor en la nube (SaaS social), que se apoya en tecnologías inmersivas, las cuales permiten atender estos requisitos, como es el caso de SecondLife (SecondLife) y de Opensimulator [9].

El caso de estudio posibilita la creación de una comunidad inmersiva de e-learning, para apoyar un curso Universidad – Empresa. El primer miembro cooperante es el par ID1: la empresa Colcomputo Ltda; La segunda organización cooperante es el Par ID2: el grupo de investigaciones E-Soluciones del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena, el cual aporta experiencias de aprendizaje, con las cuales se han estructurado servicios que son accesibles a los miembros de ambas organizaciones, a través del mundo virtual creado para ello.

Para llevar a cabo lo anterior, surge una serie de interrogantes que se debían responder para posibilitar la generación de la comunidad inmersivas de e-learning, para el caso de estudio se desarrolla por medio de mundos virtuales en SecondLife inicialmente, entre estos mencionamos:

¿Cómo debían integrarse los recursos de aprendizaje almacenados en los LMS de la Universidad de Cartagena para permitir que las titulaciones que se ofertaban fuesen accesibles desde el mundo virtual?

¿Cómo se podían proteger los derechos de propiedad intelectual sobre las experiencias de aprendizaje de la

Universidad de Cartagena?

Muchos estudiantes ingresaban a SecondLife y terminaban navegando por todo el mundo virtual y estableciendo redes sociales en éste, distintas a las comunidades académicas. ¿Cómo se podía hacer para enfocar a los estudiantes solamente a las actividades de enseñanza propuestas por la Universidad?

Algunos estudiantes no tenían las capacidades computacionales gráficas necesarias para ejecutar los visores que permiten ingresar a las tecnologías inmersivas, ¿cómo se podía garantizar que no quedasen por fuera de la comunidad virtual de aprendizaje?

Debido a lo anterior, se decide seguir las guías que aporta la arquitectura propuesta para atender la solución de los interrogantes anteriores y facilitar la generación de una comunidad virtual de aprendizaje soportada en tecnologías inmersivas.

Los LMS de cada organización (par ID1 y par ID2), dentro de la comunidad creada, siguen siendo autónomos y heterogéneos en sus arquitecturas y en la forma de almacenar sus experiencias, lo que dificulta la interoperabilidad con experiencias de pares que se encuentran distribuidos en los diversos sistemas, por lo que las guías descritas de la arquitectura propuesta son útiles en el proceso de formación de la comunidad.

Para posibilitar el acceso de los miembros de la comunidad soportada en tecnologías inmersivas, a las experiencias que se han compartido desde Moodle, se ha utilizado un proyecto Open Source que permite acceder a las funcionalidades de Moodle a través de Secondlife y OpenSimulator, este proyecto es llamado SLOODLE [11]. Este es un proyecto que integra ambientes virtuales multi-usuarios de SecondLife con Moodle.

Debido a que la comunicación entre los componentes de la arquitectura se realiza a través de tecnologías Web 2.0, como son XML y JSON, y que la arquitectura garantiza un alto grado de independencia funcional al utilizar patrones de diseño y modelos de programación ligeros; es posible utilizar la propuesta arquitectónica como elemento de enlace, para que los miembros de la comunidad puedan acceder desde el mundo virtual a los servicios de aprendizaje aportados por ambas organizaciones.

Inicialmente, se había decidido utilizar un mundo virtual construido en Secondlife, sin embargo, los estudiantes constantemente generaban distracción y dejaban las actividades de enseñanza incompletas por dedicarse a conocer las diversas funcionalidades del mundo virtual, lo que imposibilitaba el desarrollo de una forma adecuada del caso de estudio. Por la anterior razón, se decide utilizar un entorno OpenSource y habilitar servicios de un mundo virtual que únicamente permitiese el desarrollo de las actividades de la comunidad de aprendizaje, por lo tal, se decide utilizar OpenSimulator para ofrecer estos servicios a los estudiantes. Sin embargo, los resultados de este caso de estudios también

podrían ser implementados sobre Secondlife.

Los elementos a integrar son los recursos de aprendizaje de los LMS respectivos de ambos pares dentro del SaaS inmersivo (Fig. 3), también es posible integrar LMS de otros programas académicos de la Universidad de Cartagena.

La Fig. 3 ilustra la utilización de la arquitectura en la integración de recursos de aprendizaje en la comunidad inmersiva de e-learning.

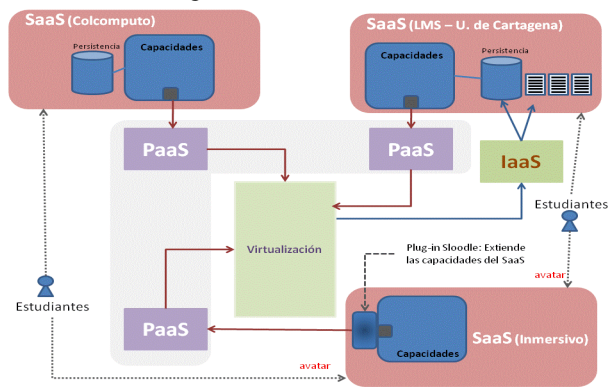


Fig. 3 Integración de Recursos de Aprendizaje en la comunidad inmersiva de e-learning.

El docente del curso virtual, pertenece a la organización par ID2: Universidad de Cartagena, éste ha creado *objetos de aprendizaje, de colaboración y de valoración*. Posteriormente el *director* del curso virtual, que también pertenece al par ID2, habilita para compartir dichos objetos y a continuación configura la integración de los recursos, mezclándolos para definir servicios de aprendizaje en el componente de virtualización de la arquitectura.

Los *estudiantes* hacen parte del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena y también trabajadores de la empresa Colcomputo Ltda. Sin embargo, dentro del mundo virtual es transparente la afiliación de los estudiantes, ya que ellos forman una sola comunidad que accede a los recursos de aprendizaje a través de una interfaz común aportada por el entorno inmersivo (Fig. 4).

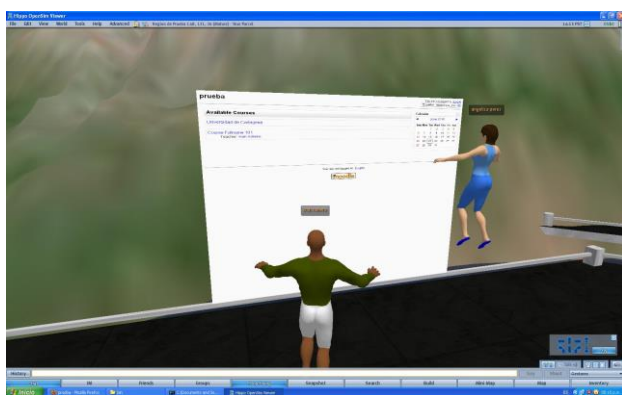


Fig. 4 Estudiantes interactuando con recursos de aprendizaje.

Después de ser configurados los servicios, se hizo necesario proveer un mecanismo que permitiese utilizarlos y consumirlos desde las interfaces inmersivas, lo anterior se ha representado en el modelo por medio del componente denominado *SaaS <inmersivo>* (Fig. 3), el cual, invoca al componente *Plataforma de Servicios (PaaS)*, este último invoca los servicios configurados con los recursos de aprendizaje integrados desde los diferentes LMS, facilitando su acceso desde distintos tipos de dispositivo, su sindicación y la creación de interfaces ricas de usuario, al aplicar modelos de desarrollo y modelos de negocio ligeros, en la medida en que su petición se hace a través de XML, lo cual facilita la integración a través de tecnologías inmersivas como es el caso de los mundos virtuales.

El caso de estudio ha posibilitado los escenarios colaborativos entre miembros de la comunidad, ya que el mundo virtual ha permitido crear representaciones de aulas, en las cuales, los usuarios convergen para acceder a objetos de aprendizaje y realizar actividades cooperativas con otros avatares miembros de la comunidad, por ejemplo, en la Fig. 5 se crea un aula virtual para la práctica de redes de ordenador. El aula virtual, genera una comunidad con interfaces gráficas en común, lo que posibilita la colaboración entre los diversos actores y los motiva a desarrollar las actividades de aprendizaje. En esta aula se observan objetos de aprendizaje integrados desde los LMS de los pares cooperantes.

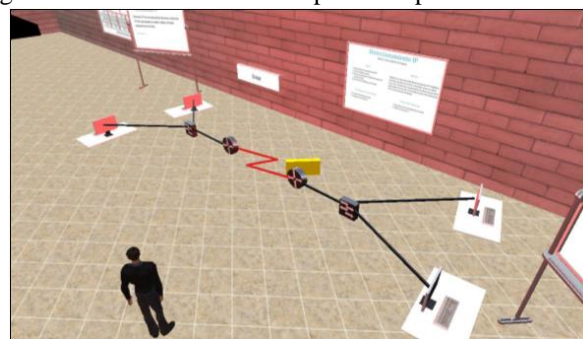


Fig. 5. Aula Virtual – Laboratorio de Redes, Objeto de Aprendizaje Temática “Enrutamiento”.

También es posible que otros usuarios colaboren por fuera del aula virtual, ya que se pueden crear otros escenarios para acceder a objetos de colaboración que han sido diseñados desde los LMS de los pares cooperantes.

La interacción existente en el mundo virtual permite que los estudiantes desarrollen funciones de liderazgo, generen ideas y colaboren dentro de los procesos de formación.

El mundo virtual también ha permitido acceder a través de una interfaz gráfica común a objetos de valoración que conforman servicios de e-learning y que el docente ha creado para los diferentes avatares miembros de la comunidad y que previamente ha diseñado desde el LMS del par ID2 (Fig. 6).

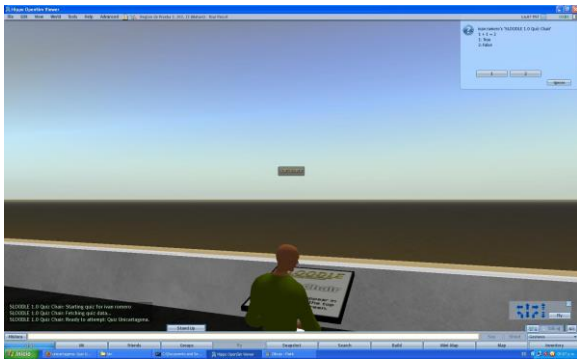


Fig. 6 Avatar Realizando una Evaluación.

#### IV. CONCLUSIONES

Los proveedores de tecnologías inmersivas, por ejemplo: tecnologías para crear mundos virtuales, como Secondlife u Opensimulator, proveen un recurso tecnológico útil dentro del campo del e-learning, debido a que se convierten en una herramienta que posibilita la accesibilidad a los recursos de aprendizaje, que los diversos pares han compartido a la comunidad, generando las siguientes ventajas en los procesos de formación:

- Espacios compartidos para colaboración.
- Interacción en tiempo real de los diversos actores del proceso de aprendizaje (estudiantes, docentes, directores).
- Interfaces gráficas atractivas en 3D, lo que motiva a estudiantes, especialmente jóvenes.
- Fomenta la formación de comunidades virtuales de aprendizaje.
- Ubicuidad y disponibilidad de los objetos de aprendizaje.
- Accesibilidad a las experiencias de los pares.

La implementación de tecnologías inmersivas para formar comunidades de e-learning, facilita la usabilidad de las soluciones de formación virtual, según lo observado en el caso de estudio, en la medida en que permiten a cada uno de los integrantes de la comunidad asumir el rol que representan dentro de los mundos virtuales, con interfaces gráficas que simulan los entornos reales de interacción, convirtiendo el escenario de uso en algo más natural.

Ante el problema tecnológico de aislamiento que está imposibilitando la realización de comunidades inmersivas de e-learning, debido a la heterogeneidad de las plataformas, se puede validar que la arquitectura presentada es útil y contribuye a la realización de comunidades de e-learning, ya que la arquitectura permite el desarrollo de aplicaciones web accesibles, facilitando la integración de recursos de aprendizaje almacenados en sistemas terceros.

La arquitectura plantea un sistema de integración de recursos de aprendizaje, conformado por varios subsistemas, cada uno de los cuales se encuentra débilmente acoplado, garantizando un alto grado de independencia funcional al utilizar patrones de diseño y modelos de programación ligeros, haciendo posible la interoperabilidad entre plataformas heterogéneas y el uso de tecnologías inmersivas al momento de implementar comunidades virtuales de aprendizaje.

Los mundos virtuales ofrecen una estrategia para facilitar el desarrollo de actividades de aprendizaje, debido a que aportan una interfaz común para la accesibilidad de los estudiantes a las experiencias que se han federado de los diversos pares. Además, ofrecen un entorno amigable que motiva al estudiante en el desarrollo y alcance de las competencias fijadas para el proceso de aprendizaje.

La utilización de la arquitectura en el presente caso de estudio, posibilita la integración de LMS y el consumo de servicios de aprendizaje a través de tecnologías inmersivas, lo anterior se convirtió en una herramienta poderosa y motivante para los estudiantes, lo que ha permitido enriquecer las actividades de enseñanza realizadas y atender a los interrogantes iniciales planteados de la siguiente manera:

- La integración de recursos de aprendizaje de las plataformas LMS fue posible gracias a la descripción arquitectónica propuesta, lo que permitió validar su utilidad en este tipo de escenarios y por tanto la contribución del modelo en la solución del problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la integración de recursos de aprendizaje desde la comunidad inmersiva.
- La utilización de la arquitectura da confianza a los autores de los contenidos de aprendizaje, ya que, a través de la virtualización de éstos, es posible tener el control sobre ellos, garantizando sus derechos de propiedad intelectual, independiente de las tecnologías que se utilicen para consumirlos.
- La implementación de un mundo virtual soportado en tecnología Open Source, dio la posibilidad de crear un entorno social inmersivo único para el desarrollo de actividades de enseñanza, evitando factores de distracción que existen en Secondlife, aunque también los servicios de aprendizaje pueden ser consumidos desde este último entorno.
- Una de las grandes ventajas que ofrece la arquitectura es que los servicios de aprendizaje pueden ser consumidos bajo demanda desde cualquier SaaS, sean de las universidades o aplicaciones de terceros. Por tal, los estudiantes pueden desarrollar sus actividades desde entornos inmersivos e interactuar con otros estudiantes y servicios de la comunidad de aprendizaje, independiente de que algunos estudiantes estén accediendo a ellos desde sus LMS.

En resumen, la implementación arquitectónica contribuye a la solución del problema de aislamiento tecnológico que imposibilita la formación de comunidades inmersivas de e-learning, en especial, la realización de titulaciones conjuntas entre organizaciones apoyadas en mundos virtuales, como se ha podido demostrar en el caso de estudio, destacando, que este aporte simplifica la interacción entre miembros de la comunidad de aprendizaje, al permitir configurar servicios federados de acuerdo a sus intereses y al posibilitar notablemente la ubicuidad de la experiencias de los pares.

Como trabajos futuros de investigación, desarrollados en este tipo de contexto, se debe seguir realizando escenarios de cooperación en donde se pueda validar la importancia de utilizar otro tipo de experiencias de pares como soporte a las actividades de investigación, por ejemplo, utilizando *objetos repositorios* y *objetos interactivos*.

Además de lo anterior, también se debe trabajar en estrategias para la negociación de preferencias de aprendizaje, aspectos de usabilidad de las interfaces de las tecnologías inmersivas, factores multiculturales e internacionalización y también la accesibilidad de personas con algún tipo de discapacidad humana que impida interactuar con las experiencias de aprendizaje de las comunidades inmersivas de e-learning. También, como trabajo futuro de investigación es interesante validar el modelo, integrando experiencias de aprendizaje creadas desde otras redes sociales como Facebook, Wikipedia, entre otros.

#### AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento al Dr. Tomás Pedro de Miguel Moro, por la orientación en el desarrollo del modelo de integración. También a los Ingenieros Arturo Verbel, José Llamas e Iván romero por el apoyo durante el desarrollo de las pruebas. El presente trabajo ha sido financiado con el plan de fortalecimiento y sostenibilidad de los grupos de investigación, 2017 – Universidad de Cartagena.

#### REFERENCIAS

[1] H. Noriko, S. Pnina and S. Sharon, "Online communities of practice typology revisited", *Journal of Information Science*, Vol 35, Issue 6, pp. 740 – 757, 2009.

[2] O. A. Herrera, A. Mellado and P. Mejias, "ICT and virtual communities of practice. A collaborative strategy for developing generic skills," *2016 XLII Latin American Computing Conference (CLEI)*, Valparaiso, 2016, pp. 1-8.

[3] M. A. Michael, C. Christou, N. Mitsingas and D. Ktoridou, "Virtual worlds as a platform for learning: The case of the Transmission System Operator of Cyprus," *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens, 2017, pp. 1747-1754.

[4] R. R. Julio, G. V. Luis, d. M. Tomás. et al." Solving technological isolation to build virtual learning communities", *Multimed Tools Appl*, 74: 8521, 2015.

[5] M. Ouadoud, A. Nejjari, M. Y. Chkouri and K. E. E. Kadiri, "Educational modeling of a learning management system," *2017 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*, Rabat, 2017, pp. 1-6.

[6] IEEE Standard for Learning Object Metadata - Corrigendum 1: Corrigenda for 1484.12.1 LOM (Learning Object Metadata)," in *IEEE Std 1484.12.1-2002/Cor 1-2011 (Corrigendum to IEEE Std 1484.12.1-2002)*, vol., no., pp.1-24, May 6 2011.

[7] I. Ruano, P. Cano, J. Gámez and J. Gómez, "Advanced LMS Integration of SCORM Web Laboratories," in *IEEE Access*, vol. 4, pp. 6352-6363, 2016.

[8] Object Management Group. Unified Modeling Language. <http://www.omg.org/spec/UML/>. Date accessed: 28/12/2016.

[9] C. Guetl, K. Haas and V. Chang, "Configurable and flexible immersive learning environment: An enhanced solution for the OpenSim platform to support end-users," *2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, Kazan, 2013, pp. 232-237.

[10] A. Sheshasaayee and M. N. Bee, "Evaluating user experience in Moodle learning management systems," *2017 International Conference on Innovative Mechanisms for Industry Applications (ICIMIA)*, Bangalore, 2017, pp. 735-738.

[11] A. Konstantinidis, T. Tsiatsos, S. Demetriadis and A. Pomportsis, "Collaborative Learning in OpenSim by Utilizing SLoodle," *2010 Sixth Advanced International Conference on Telecommunications*, Barcelona, 2010, pp. 90-95.

[12] The Apache software Foundation. Apache Tomcat. <http://tomcat.apache.org/>. Date accessed: 28/10/2016.

[13] Axis - The Apache software Foundation. Axis. <http://axis.apache.org/axis/java/install.html>. Date accessed: 29/01/2018.

[14] H. Malik, N. Brandon and M. John, "Avatar appearance & information credibility in Second Life®", In *Proceedings of the 2011 iConference (iConference '11)*. ACM, New York, NY, USA, 682-683. 2011.

[15] IEEE Standard for Learning Object Metadata," in *IEEE Std 1484.12.1-2002*, vol., no., pp.1-40, Sept. 6 2002.

[16] G. Goyal, K. Singh and K. R. Ramkumar, "A detailed analysis of data consistency concepts in data exchange formats (JSON & XML)," *2017 International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA)*, Greater Noida, 2017, pp. 72-77.