



**UNIVERSIDAD DE OVIEDO**



**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA WEB**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**“LODLearning: Enhancing e-Learning content by using Semantic Web technologies”**

**Herminio García González**

**El tutor autoriza la defensa del Trabajo Fin de Máster**

**Fdo. D. José Emilio Labra Gayo**

**Oviedo, Junio de 2016**

## **Resumen**

Las áreas de e-Learning y Web Semántica son dos áreas que están incrementando en popularidad y tienen potencial para ser combinadas y producir mejores soluciones. En este trabajo, describimos nuestro prototipo educacional que usa la Web Semántica para enriquecer los contenidos de los cursos mediante la inclusión de información sobre entidades destacadas. Además, hemos realizado un experimento con 32 estudiantes cuyos resultados mostraron un mejor rendimiento cuando fueron expuestos a nuestra herramienta en comparación a una herramienta nativa de una plataforma de aprendizaje. Por consiguiente, este prototipo abre nuevas posibilidades en el enriquecimiento de los cursos formativos que pueden ser exploradas en futuros trabajos.

## **Abstract**

E-Learning and Semantic Web are two fields that are increasing in popularity and they can also be combined to produce better solutions. In this paper, we describe our new educational tool which rely on Semantic Web to enhance lessons content, providing new information about meaningful entities. We ran a experiment with 32 students whose results demonstrate better performance when exposed to our tool in comparison with a plain native tool. Consequently, this prototype opens new possibilities in lessons content enhancement that could be explored in future works.

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
1.1	Motivación . . . . .	3
1.2	Finalidad del proyecto . . . . .	4
1.3	Estructura de este documento . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Fijación de objetivos</b>	<b>6</b>
2.1	Posibles Ámbitos de Aplicación . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Estado del arte</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Descripción del Sistema</b>	<b>10</b>
4.1	Casos de uso . . . . .	10
4.1.1	Ver contenido . . . . .	10
4.1.2	Ver enriquecimiento . . . . .	12
4.1.3	Ejecutar el algoritmo de reconocimiento de entidades . . . . .	12
4.1.4	Importar entidades . . . . .	12
4.2	Arquitectura del sistema . . . . .	12
4.3	Interfaz gráfica . . . . .	14
4.4	Caso específico para el estudio . . . . .	19
<b>5</b>	<b>Metodología</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Resultados</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Discusión e interpretación de los resultados</b>	<b>28</b>
<b>8</b>	<b>Conclusiones y Trabajo Futuro</b>	<b>30</b>
8.1	Difusión de los resultados . . . . .	30
<b>9</b>	<b>Gestión del proyecto</b>	<b>31</b>
9.1	Adaptación procesos . . . . .	31
9.1.1	Desarrollo del acta de constitución del proyecto . . . . .	31
9.1.2	Gestión del proyecto . . . . .	31
9.1.3	Gestión del alcance . . . . .	32
9.1.4	Gestión del tiempo . . . . .	33
9.1.5	Gestión de costes . . . . .	36
9.1.6	Gestión de la calidad . . . . .	39
9.1.7	Gestión de las comunicaciones . . . . .	40
9.1.8	Gestión de riesgos . . . . .	41

9.1.9 Gestión de interesados . . . . . 44

# 1 Introducción

El proyecto que aquí se desarrolla, LODLearning, es un proyecto que tiene como objetivo la mejora de los contenidos de aprendizaje expuestos en plataformas de aprendizaje. Esta mejora nace como necesidad al ver que dentro de los contenidos, expuestos en la plataformas de aprendizaje por los profesores, había más contenido latente que podría salir a la superficie y ser de utilidad para los alumnos. Todo esto se enmarca dentro de la posibilidad de usar la Web Semántica como motor para la desambiguación y la búsqueda de más contenido sobre las entidades mencionadas. Aunque, ahora mismo, esta idea pueda parecer un poco difusa para el lector, intentaremos darle forma a lo largo de este documento de manera que se pueda entender cual es el objetivo del prototipo y de la investigación.

Cuando se publican contenidos en una plataforma de aprendizaje hay muchos otros conocimientos que no se pueden incluir, ya sea por brevedad, porque se encuentran fuera del ámbito de la asignatura o por el tiempo de preparación de esa materia. Sin embargo, muchos estudiantes pueden tener ciertas lagunas si esos contenidos no se explican ni se dan referencias para poder consultar bibliografía sobre dichos contenidos. Además, la búsqueda de ese contenidos significaría la salida del alumno del entorno de aprendizaje produciéndose un cambio de contexto no deseado y un tiempo extra de consulta.

Dado que los contenidos expuestos se encuentran en lenguaje natural, necesitaremos de una desambiguación que nos permita pasar de este lenguaje natural a unos identificadores únicos que reconozcan cada entidad y se puedan clasificar e identificar de manera unívoca. Todo esto de manera que los nuevos contenidos puedan ser buscados en algún gran almacén de información en varios idiomas y formatos. Es aquí donde entra la Web Semántica, que nos ofrece una URI única y desreferenciable para las entidades y además es un gran almacén de información interconectada. Usando la Web Semántica podemos conseguir contenido para muchas entidades y en los idiomas necesarios dependiendo del idioma o idiomas designados en los cursos.

## 1.1 Motivación

Como se ha mencionado por otros autores las plataformas de aprendizaje, también conocidas como plataformas de e-Learning, tienen una importancia vital en la expansión del conocimiento y la enseñanza y permiten avanzar en nuevos métodos de aprendizaje [1]. Imaginemos que un texto, publicado en un curso dentro de una plataforma de e-Learning, menciona a Barack Oba-

ma. Según el planteamiento de nuestra investigación surgen dos problemas: la falta de contenidos adicionales para esta entidad y la ambigüedad en las diferentes apariciones. El primer problema, la falta de contenidos, será la parte fundamental en la que se centrará la investigación. Este contenido añadido nos permitirá ofrecer a los estudiantes una manera de expandir conocimientos sin salir de la propia plataforma. Siguiendo el ejemplo, si un alumno no sabe quién es Obama podrá consultarlo en el contenido añadido sin necesidad de consultarlo en fuentes externas (Google, Wikipedia, etc.) y sin quedarse con la duda. De esta manera podrá ampliar su conocimiento sobre los contenidos que se le presentan y además comprender de una mejor manera el contenido que es materia de estudio.

Sobre la ambigüedad en las menciones a determinadas entidades, este es un problema recurrente en el procesamiento de lenguaje natural [2]. Siguiendo el ejemplo, el mismo o diferentes textos pueden mencionar a Obama de diferentes formas, ej. Obama; Barack Obama; B. Obama o incluso por el nombre completo, Barack Hussein Obama II. Esto hace que la desambiguación de entidades sea un tema importante en nuestro proyecto a la hora de poder identificar unívocamente todas las entidades y poder añadir los contenidos correctamente. Por ello, este paso deberá ser imprescindible antes de añadir los nuevos contenidos.

Una vez superados estos dos problemas podremos ofrecer nuevos contenidos a los estudiantes y permitirles, por medio de los contenidos publicados en la Web Semántica, expandir sus propios conocimientos y usar la Web Semántica como apoyo para el aprendizaje de los alumnos. Por ello, estos dos problemas son fundamentales para conseguir llegar al objetivo de esta investigación y es saber si este planteamiento que aquí hemos expuesto realmente mejora el aprendizaje de los alumnos.

## 1.2 Finalidad del proyecto

Aunque los objetivos se han ido desgranando a lo largo de esta introducción aquí los recogemos a modo de resumen:

- Ofrecer nuevos contenidos, a los alumnos, relacionados con el contenido previamente expuesto en las plataformas de aprendizaje.
- Reconocer las entidades de manera no ambigua para conseguir buscar nuevos contenidos para las entidades mencionadas en los cursos mediante la Web Semántica.
- Demostrar que la inclusión de nuevo contenido sobre entidades relevantes presentes en el curso mejora el aprendizaje de los alumnos. Siendo

esta la hipótesis de trabajo a demostrar durante este trabajo de investigación.

- Crear un prototipo que ponga en práctica todos estos objetivos y que sirva como herramienta a la hora de realizar un experimento para demostrar la hipótesis de trabajo.

### **1.3 Estructura de este documento**

Este documento estará dividido como sigue: en el apartado 2, «Fijación de Objetivos», estableceremos los objetivos a alcanzar de una manera detallada y priorizada y discutiremos algunos de los posibles ámbitos de aplicación. En la sección 3 veremos el estado del arte relativo a la investigación que vamos a realizar. En el apartado 4 haremos una descripción detallada del sistema que hemos desarrollado, esto es, el prototipo para el experimento de la investigación. En la sección 5 describiremos la metodología llevada a cabo para la realización del experimento. En el apartado 6 describiremos los resultados obtenidos y el análisis estadístico llevado a cabo. En el apartado 7 interpretaremos los resultados obtenidos. En la sección de conclusiones y trabajo futuro, sección numero 8, abordaremos las conclusiones obtenidas de este trabajo y el trabajo futuro que se puede desarrollar ya sea como continuación de este o nuevas líneas de investigación abiertas por este trabajo. El apartado 9 estará dedicado a la gestión de este proyecto y que procesos se han llevado a cabo, así como el presupuesto y la planificación. Finalmente, la última sección está dedicado a las referencias bibliográficas citadas a lo largo del documento y que soportan esta investigación.

## 2 Fijación de objetivos

En este apartado queremos resaltar los objetivos, en más detalle que en la anterior sección, que queremos alcanzar con este proyecto de investigación. Estos objetivos marcarán el hacer de todo el proyecto y a la hora de evaluar los resultados fruto de la investigación los tendremos presentes. A continuación se presentan dichos objetivos ordenados de mayor a menor prioridad (entiéndase esto como una primera priorización fruto de las metas que se quieren lograr y el tiempo habilitado para tal efecto):

- Demostrar que la inclusión de nuevo contenido, en los cursos expuestos en las plataformas de aprendizaje, permite a los estudiantes mejorar su conocimiento mediante la inclusión de nuevos contenidos relacionados con los ya presentes en los cursos. Para ello se deberá hacer todo el trabajo de investigación desde la creación del prototipo pasando por la realización del experimento y el análisis de los resultados.
- Reconocer las entidades de manera no ambigua y buscar estos contenidos desambiguados en la Web Semántica. Esto se hará mediante un motor de desambiguación que muestre estos datos junto con un nivel de confianza que luego se le mostrará al usuario con el fin de que sea el propio profesor el que tome la decisión final. La búsqueda de las nuevas entidades se hará haciendo consultas SPARQL a la Web Semántica.
- Realizar el prototipo, LODLearning, para poder usar en la realización del experimento. Este prototipo se integrará con alguna plataforma de aprendizaje existente como pueden ser Moodle o Sakai. Para ello se deberá integrar usando alguno de los estándares que ofrecen estas plataformas y tendrá que obtener el contenido de los cursos con el objetivo de enriquecerlos.

Aunque estos objetivos de alto nivel estén priorizados la interdependencia entre ellos hace que sean imposibles de llevar a cabo sin los otros objetivos. Así que en caso de priorización real tendrá que ser discutido como llevar esto a cabo esta priorización pudiendo reducir aquellos elementos menos prioritarios a una versión más básica de sus funcionalidades.

### 2.1 Posibles Ámbitos de Aplicación

Este proyecto permite un ámbito de aplicación bastante concreto dada la naturaleza del mismo, este es: la inclusión en plataformas de aprendizaje

conocidas como pueden ser Moodle y Sakai —recordemos que uno de los objetivos de este proyecto es la inclusión del prototipo con alguna plataforma de aprendizaje—. Esta inclusión permitirá su puesta en marcha de una manera rápida y efectiva sin ir en detrimento de las herramientas nativas de las plataformas.

Sobre el plano de aplicación menos técnico, podemos enmarcar la inclusión de este proyecto dentro de cursos de historia, ciencias naturales, tecnología, lengua y literatura, ciencias sociales y música —estos datos han sido extraídos de los propios comentarios vertidos por los estudiantes después de la realización del experimento que serán vistos en futuras secciones de este documento—. Esta integración permitiría a los estudiantes obtener las ventajas que ya hemos enumerado.

Estos marcos de aplicación están siempre circunscritos a centro educativos o en todo caso para cursos educativos. Pero adaptando el prototipo incluso se podría incluir en museos [3] donde la información añadida sería muy valiosa para los visitantes y sería una forma más interactiva de ir descubriendo conocimientos. De esta manera una idea similar pueda ser aplicada con ciertas transformaciones en muchos más ámbitos de aplicación y contextos.

### 3 Estado del arte

Aunque no hay un trabajo que centre la investigación exactamente en el mismo tema, hay ciertos trabajos relacionados que llevan a cabo tareas similares, ya sea en otros ámbitos o con estrategias diferentes.

Una arquitectura similar a la utilizada en nuestro prototipo se muestra en [4] donde se describe una arquitectura para el enriquecimiento de datos gubernamentales y una forma de publicarlos como Linked Open Data cuando ya han sido enriquecidos. Como ya hemos visto en el apartado 2.1, en [3] se propone el enriquecimiento y muestra de los datos de los museos mediante el uso de la Web Semántica e Internet de las cosas, pudiendo de esta manera interconectar objetos físicos con su representación en la Web Semántica y mejorar el conocimiento sobre estos objetos. Las redes sociales, como *Facebook*, contienen un montón de información pero no suele estar correctamente etiquetada. Con el propósito de mejorar esto, en [5] proponen un enriquecimiento del contenido generado por los usuarios mediante datos geoespaciales extraídos de la Web Semántica. Basado en plataformas de aprendizaje y más concretamente en la generación de los cuestionarios para estas plataformas de una manera automática usando la Web Semántica es el enfoque que se describe en [6]. Otro enfoque es el uso de ontologías para recomendar contenidos personalizados a los contenidos presentes en las plataformas de aprendizaje dependiendo del progreso y los fallos del estudiante [7]. *mArachna*, descrito en [8], muestra como usando el contenido publicado en plataformas de aprendizaje se pueden anotar relaciones matemáticas. Este trabajo se basa en técnicas de procesamiento de lenguaje natural para llevar a cabo la extracción de la estructura y las características que luego son publicadas conforme a una ontología. En [9] enriquecen videos, imágenes y artículos de sistemas de gestión multimedia basándose en el *Red Bull Content Pool*. De esta manera logran integrar mucha información con el resto de datos enlazados. *Slicepedia*, [10], usa un *Open Corpus* con técnicas de Web Semántica y Recuperación de Información para con ello crear pequeños trozos que luego serán usados para crear un sistema de Hipermedia Adaptativa. En [11] usa la Web Semántica para el descubrimiento automático e interactivo de relaciones destacando su uso en el enriquecimiento tecnológico del aprendizaje. Esto permite a los estudiantes entender mejor como los conceptos están relacionados entre si. Usando técnicas de data mining sobre la Web Semántica, en [12] proponen una manera de personalizar los contenidos para los estudiantes. Otro uso de la Web Semántica para descubrir y compartir contenidos en entornos tipo *OpenCourseWare* es descrito en [13]. En [14], describen una solución para describir, definir y estructurar el contenido de plataformas de aprendizaje

basándose en ontologías y la Web Semántica. De esta manera se consigue un acceso flexible y personalizado a los contenidos de aprendizaje. SemRec, [15], presenta un framework para el enriquecimiento semántico de un sistema de etiquetas. Con ello se persigue mejorar el rendimiento y precisión de las recomendaciones. En [16] los autores presentan un sistema para anotar videos con vocabularios Linked Open Data mejorando la búsqueda de videos educativos. Otros autores exploran la hipermedia adaptativa [17] para propósitos similares, llegando en algunos casos a usar nuevos lenguajes para ello [18] [19] [20].

Nuestro enfoque difiere de los trabajos relacionados presentados en su particular uso de las tecnologías de la Web Semántica para el enriquecimiento de los contenidos de los cursos en e-Learning, el aspecto dinámico de dicho enriquecimiento y también la evaluación usando la efectividad didáctica como forma de medir el rendimiento de los alumnos con las herramientas.

## 4 Descripción del Sistema

LODLearning es nuestro prototipo para la demostración de la hipótesis de trabajo —la inclusión de contenidos relacionados sobre el ya existente permite mejorar el aprendizaje de los alumnos—. Esta herramienta se basa en la extracción de entidades significativas de los contenidos de los cursos que se encuentren albergados en las plataformas de aprendizaje, para poder incluir nuevo conocimiento al ya presente en el curso. Esta funcionalidad ofrece a los alumnos la oportunidad de aprender nuevo contenido sin dejar la plataforma, lo que deriva en un aumento de la productividad en cuanto a temas educativos se refiere. Este enriquecimiento de contenidos y la extracción de las entidades significativas se realiza por medio de un algoritmo de procesamiento de lenguaje natural, que devuelve una URI unívoca por cada entidad que luego servirá para hacer una búsqueda en la Web Semántica en aras de conseguir nuevos contenidos sobre esas entidades.

### 4.1 Casos de uso

En esta sección describiremos los principales casos de uso que se pueden llevar a cabo en la herramienta, así como los roles que pueden llevarlos a cabo. Esto nos permitirá entender como es la funcionalidad deseada para luego poder presentar la arquitectura. En la Figura 1 se pueden ver los casos de uso que pasaremos a describir a continuación.

#### 4.1.1 Ver contenido

Este es el caso de uso principal dado que es donde se puede ver todo el contenido, ya sea enriquecido o sin enriquecer —como se vería también en la herramienta nativa—. Es el caso de uso desde el que se entra a la aplicación y en él se ven los contenidos del curso. Si hay algún contenido enriquecido se mostrará con el estilo habitual que tienen los enlaces (azul) y se podrá hacer click sobre él para desvelar la información expandida. Para mostrar esta información hemos optado por un modelo basado en diálogos modales que se muestran y ocultan según la interacción del usuario. El aspecto de estos diálogos puede ser visto en la Figura 2. Más adelante, en este documento, describiremos la interfaz de la aplicación. Este caso de uso puede ser llevado a cabo tanto por instructores como por estudiantes.

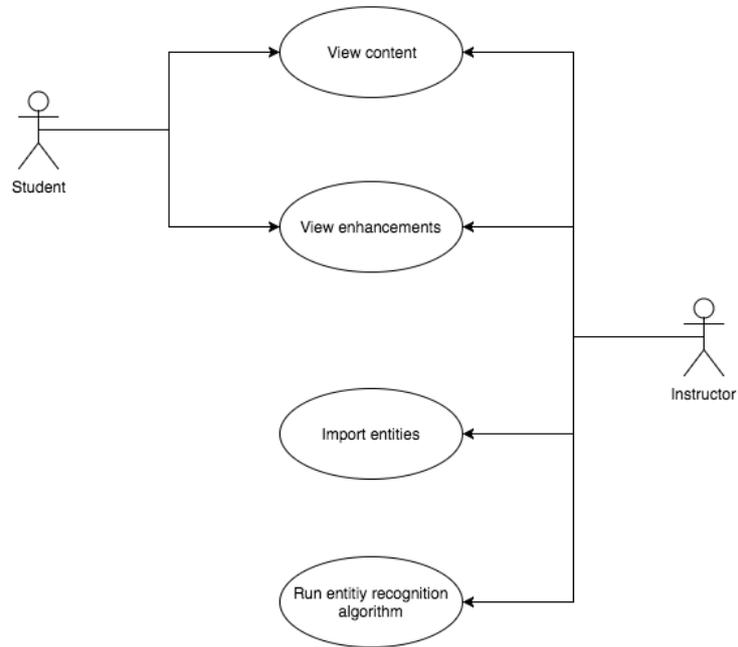


Figura 1: Diagrama de casos de uso

## Miguel de Cervantes



Miguel de Cervantes Saavedra (Alcalá de Henares, 29 de septiembre de 1547-Madrid, 22 de abril de 1616) fue un soldado, novelista, poeta y dramaturgo español. Es considerado la máxima figura de la literatura española y es universalmente conocido por haber escrito *Don Quijote de la Mancha*, que muchos críticos han descrito como la primera novela moderna y una de las mejores obras de la literatura universal, además de ser el libro más editado y traducido de la historia, cita requerida sólo superado por la Biblia. Se le ha dado el sobrenombre de «Príncipe de los Ingenios».

Fecha de nacimiento: 1547-09-29

Fecha de la muerte: 1616-04-22

Lugar de nacimiento: España

Lugar de la muerte: España

Enlace a Wikipedia: [Miguel de Cervantes](#)

Figura 2: Ejemplo de diálogo modal para Miguel de Cervantes

### 4.1.2 Ver enriquecimiento

Este caso de uso, que ya ha sido más o menos descrito en su interacción con el anterior, permite la visualización de los diálogos modales cuando se encuentra presente el enriquecimiento dentro de la herramienta —paso que se verá en los siguientes casos de uso—. Cuando el usuario hace un click sobre un enlace, el diálogo se desplegará mostrando esta información adicional, obtenida fruto del enriquecimiento adquirido mediante la consulta a la Web Semántica. Este caso de uso puede ser llevado a cabo tanto por instructores como por estudiantes.

### 4.1.3 Ejecutar el algoritmo de reconocimiento de entidades

Este caso de uso sólo puede ser llevado a cabo por instructores. Cuando un instructor decide ir al menú de importación, LODLearning ejecuta el algoritmo de reconocimiento de entidades al que le manda el texto con el contenido del curso. Una vez realizado el reconocimiento, el algoritmo devolverá la URI de cada entidad reconocida junto con un porcentaje de confianza. Este porcentaje de confianza servirá como base a la hora de tomar la decisión de incluir información adicional sobre esta entidad o no.

### 4.1.4 Importar entidades

Este caso de uso, como el anterior, sólo puede ser llevado a cabo por instructores. En este caso de uso los usuarios pueden, una vez ejecutado el algoritmo de reconocimiento de entidades, elegir las entidades que quieren importar basándose en la confianza que devuelve el algoritmo de reconocimiento de entidades. Una vez que el usuario decide importar las entidades, LODLearning realiza una búsqueda de información sobre las entidades seleccionadas y persiste todo este contenido en un triplestore para luego poder recuperar esta información y mostrarla al usuario.

## 4.2 Arquitectura del sistema

La arquitectura de alto nivel se puede ver resumida en la Figura 3 según las tecnologías que se usan. En ella podemos ver como LODLearning se comunica con Sakai para toda la gestión de los cursos. Sakai es un LMS (de las siglas en inglés, Learning Management System), esto es un paquete software especializado para las tareas de la gestión del aprendizaje en entornos virtuales. Hemos elegido Sakai<sup>1</sup> como LMS por su soporte para la tecnología IMS-LTI

---

<sup>1</sup><https://sakaiproject.org/>

que permite comunicar un LMS con aplicaciones web e integrarlas de una manera estándar independientemente del LMS que se use [21]. De esta manera Sakai se encarga de toda la gestión de usuarios y cursos. Además Sakai ofrece diversos servicios pensados para la integración de nuevas herramientas que permitan la expansión de la funcionalidad ofrecida, como por ejemplo, la posibilidad de recuperar el contenido de las lecciones, que usamos en nuestra herramienta, LODLearning.

Como enumerábamos en los casos de uso, LODLearning manda el contenido de las lecciones extraídas de Sakai a un algoritmo de reconocimiento de entidades. Esta tarea, en nuestra arquitectura, la lleva a cabo Apache Stanbol<sup>2</sup>. Apache Stanbol recibe una cadena de texto en lenguaje natural a la cual le realiza un análisis basado en el procesamiento de lenguaje natural (NLP) y devuelve un conjunto de URIs reconocidas junto a la confianza que tiene en ese resultado y alguna información adicional. Este algoritmo se nutre de varias «cadenas» que se pueden agrupar para conseguir diferentes resultados, esta característica aporta una flexibilidad adicional que permite, usando las mismas herramientas, conseguir nuevos resultados haciendo diferentes encadenamientos, de manera que la herramienta se pueda adaptar según las necesidades del contexto. Con esta funcionalidad Apache Stanbol consigue añadir cierta semántica a los contenidos que antes carecían de ella.

En la Figura 3 se puede ver como LODLearning y Apache Stanbol se comunican ambos con la LOD Cloud<sup>3</sup>. Con la LOD Cloud nos referiremos a todos los recursos que están publicados en la Web Semántica como Linked Open Data. Esto permite a Apache Stanbol hacer la desambiguación y devolver una URI única para cada entidad además de añadir algún dato extra en dicha respuesta. Además, LODLearning también hace uso de la LOD Cloud para, por medio de los diferentes SPARQL endpoints expuestos, añadir más información a la ya obtenida mediante Apache Stanbol.

Todos estos datos deben ser persistidos para que no haya necesidad de cargar estos datos en cada sesión. Para ello hacemos uso de Apache Marmotta<sup>4</sup>, que es un triplestore que adapta una base de datos relacional para albergar tripletas. Además de hacer esta adaptación también ofrece ciertos servicios como un SPARQL endpoint que es de utilidad para recuperar los datos persistidos en él. Como hemos dicho, Apache Marmotta adapta una base de datos para la persistencia de las tripletas. En este caso se ha configurado para que trabaje con MySQL, como se puede ver en la Figura 3.

En la Figura 4 podemos ver como es la arquitectura de la aplicación creada

---

<sup>2</sup><https://stanbol.apache.org/>

<sup>3</sup><http://lod-cloud.net/>

<sup>4</sup><http://marmotta.apache.org/>

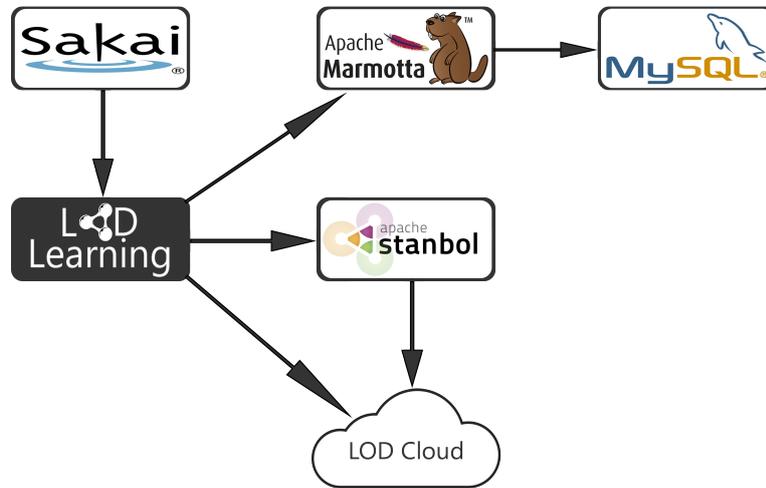


Figura 3: Diagrama arquitectura alto nivel

para llevar a cabo el experimento. Esta arquitectura se caracteriza por estar dividida en tres capas más una capa transversal. Las capas principales son la de presentación, la de negocio y la de persistencia. La capa transversal es la capa del modelo. La capa de presentación presenta un patrón arquitectónico conocido como MVC (Modelo-Vista-Controlador) que se caracteriza por delegar el control de las rutas a un objeto controlador, la gestión del modelo al objeto modelo y la visualización de las vistas al objeto vista. Esta capa se comunica con la capa de negocio que tiene servicios por cada clase del modelo y por cada servicio externo que sea usado. Esta capa se comunica con la capa de persistencia en la que hay clases DAO (Data Access Object), que permiten encapsular el acceso a datos en la base de datos y los objetos «Consumer» que permiten comunicarse con servicios externos como, por ejemplo, «Stanbol Consumer» que se comunica con Apache Stanbol para el enriquecimiento de los contenidos. Finalmente, la capa del dominio encapsula las clases del modelo del dominio.

### 4.3 Interfaz gráfica

En la Figura 5 podemos ver como el contenido albergado en el curso de Sakai es mostrado, inclusive con el mismo formato que este tuviera. Además si este contenido ya estuviera enriquecido se mostrarán enlaces como los que se ven en azul. Al pulsar sobre uno de estos enlaces se mostrará un diálogo modal

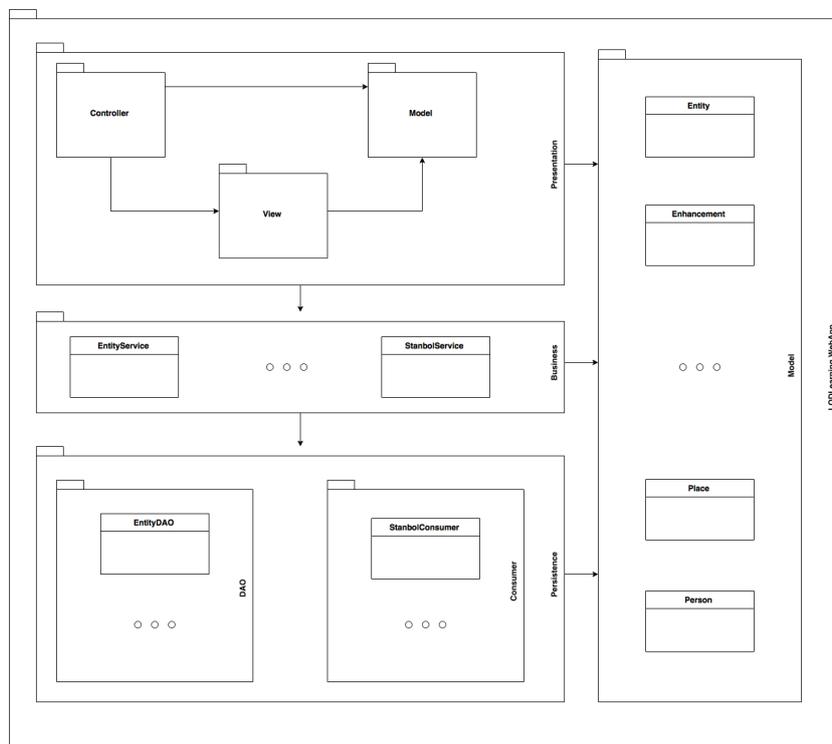


Figura 4: Diagrama arquitectura bajo nivel

## elecciones generales del 20 noviembre 2011

Las elecciones generales se celebraron el 20 de noviembre de 2011, tal y como anunció el presidente del gobierno José Luis Rodríguez Zapatero el 29 de julio del mismo año. Los comicios se habrían celebrado en marzo de 2012 en el caso de no haber mediado un adelanto electoral.<sup>2</sup> El resultado de dichas elecciones otorgó al Partido Popular la mayoría absoluta con un total de 186 escaños obtenidos frente a los 110 obtenidos por el PSOE, por lo que su candidato Mariano Rajoy fue investido presidente del gobierno el 20 de diciembre de 2011.

Los resultados de estas elecciones dieron como vencedor al Partido Popular (PP) presidido y liderado por Mariano Rajoy Brey que obtuvo en el Congreso de los Diputados una considerable mayoría absoluta con 186 escaños (32 más que en 2008) y un 44,63% de los votos; frente al Partido Socialista Obrero Español (PSOE) que obtuvo 110 escaños (59 menos que 2008) y un 28,76% de los votos. Izquierda Unida (IU) recuperó el grupo parlamentario propio obteniendo 11 representantes (9 más que en 2008) con un 6,92% de los votos siendo el tercer partido más votado. Unión Progreso y Democracia (UPyD) se convirtió en la cuarta fuerza con 5 representantes y un 4,70% de los votos. Convergencia i Unió (CiU) aumentó en 6 sus escaños obteniendo 16. Por otra parte el Partido Nacionalista Vasco perdió un escaño obteniendo 5. Esquerra Republicana de Catalunya (ERC), con tres diputados, Coalición Canaria (CC), con dos, y el Bloque Nacionalista Galego (BNG), también con dos, conservaron sus escaños. El nuevo Congreso es uno de los más heterogéneos de la democracia descendiendo el bipartidismo. Entre las nuevas fuerzas se encuentran la coalición Amaiur con 7 representantes, Coalición Compromís, Foro de Ciudadanos (FAC) y Geroa Bai con un representante cada uno.

En el senado el PP obtuvo 136 senadores (35 más que en 2008), mientras que el PSOE obtuvo 48 escaños (40 menos que en 2008). También obtuvieron representación CiU con 9 senadores (5 más), Entesa pel Progrés de Catalunya con 7 senadores, PNV con 4 senadores (2 más), Amaiur con 3 y Coalición Canaria con 1.

Respecto a 2008 el PSOE perdió la mayoría en las provincias de Álava, Asturias, León, Huesca, Zaragoza, Teruel, Islas Baleares, Cáceres, Badajoz, Jaén, Córdoba, Granada, Málaga, Cádiz, Huelva, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife (en las que obtiene la mayoría el PP); Lérida, Tarragona, Gerona (en las que obtiene la mayoría CiU); Vizcaya (donde obtiene la mayoría el PNV); y en Guipúzcoa (donde obtiene la mayoría Amaiur).

### Miguel de Cervantes

Cervantes es, probablemente, el escritor español más importante. Su impacto en la lengua española es tan grande que comúnmente, se la llama "la lengua de Cervantes". Él vivió y trabajó durante el período conocido como el "Siglo de Oro" (de 1550 hasta 1680) que fue una época de prosperidad. En 1492, los Reyes españoles completaron con éxito la Reconquista, Colón descubrió América y durante las siguientes décadas, España se convirtió en una de las fuerzas políticas y económicas más importantes de Europa. Se desarrollaron nuevos géneros literarios y, en suma, fue un tiempo de renovación cultural.

La novela más importante de Cervantes es "don quijote de la Mancha", el primer modelo clásico de novela moderna. Trata de un hombre noble cuya mayor pasión es leer novelas de caballería, hasta que él mismo sale de viaje a revivir dichas aventuras caballerescas, acompañado de un grajero sencillo al que emplea como escudero. El libro se editó en dos volúmenes, 1605 y 1615, y es una parodia de las famosas novelas de caballería de la época medieval, las cuales siempre tienen el mismo argumento: una princesa o, al menos una mujer rica, es secuestrada y un hombre noble, totalmente enamorado de esa mujer, sale y vive muchas aventuras hasta que finalmente recupera a la dama.

### Federico García Lorca

Lorca fue parte de un grupo conocido como "Generación del 27" cuyos miembros eran admiradores del autor Luis de Góngora, cuyo 300 aniversario de su nacimiento fue en 1927. Su estilo de escritura se conoce como "Culteranismo" y se caracteriza por tener temas oscuros y una retórica muy complicada.

Lorca creció en el campo español y por tanto él escribía habitualmente sobre la posición y represión de la mujer en la población rural de la España de 1930. Su novela más famosa es "La casa de Bernarda Alba" que habla sobre una madre de cinco niñas cuyo marido muere y, por lo tanto, se convierte en la "regente de la casa". Como era corriente en aquellos tiempos, Bernarda decide encerrar a su familia en la casa durante ocho años como señal de luto. Para ella, lo más importante es que la gente del pueblo podían pensar de ella y su familia. La felicidad de sus hijos no importa. Así la casa se convierte, poco a poco en una prisión y Bernarda se transforma en una tirana.

Lorca fue siempre muy crítico con la sociedad española. Esto y el hecho de que fuera homosexual le hizo impopular en el sector de derechas y fue asesinado en 1936, al principio de la guerra civil española

Figura 5: Interfaz de usuario de la página de contenidos

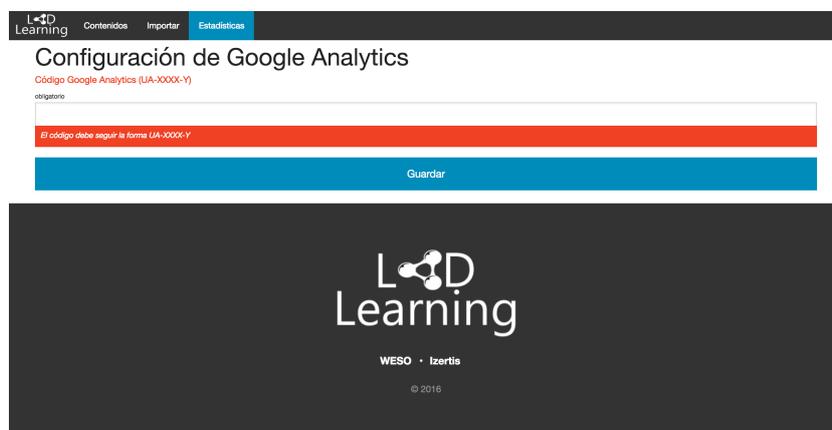


Figura 6: Interfaz de usuario de la página de contenidos

como el que se puede ver en la Figura 2.

En la parte superior de la pantalla se encuentra el menú de navegación. El botón de «Contenidos» dirige a la sección descrita anteriormente, el botón de «Importar» a la sección para importar las entidades con el enriquecimiento encontrado y el botón de «Estadísticas» a una sección para configurar un id de Google Analytics con el fin de poder llevar unas analíticas de la interacción de los estudiantes con la plataforma.

En la sección de «Importar», Figura 7, vemos como se vuelve a mostrar el contenido del curso junto con una lista de las entidades reconocidas con la confianza devuelta por el algoritmo. Estas entidades se pueden marcar o desmarcar dependiendo de la decisión del instructor y del contenido incluido. Para mejorar la experiencia de usuario se ha incluido un *slider* para poder seleccionar automáticamente aquellas entidades con una confianza mayor o igual a la confianza seleccionada con este control. Finalmente, el botón «Confirmar» permite validar esta acción y que LODLearning persista esta información y la añada a la sección de «Contenidos» —durante esta importación LODLearning mostrará un diálogo informativo para que el usuario tenga notificación de que el sistema está trabajando y que esta acción puede llevar un tiempo—.

En la sección de «Estadísticas», Figura 6, encontramos un formulario en el cuál se puede introducir un id de Google Analytics. Este id es validado para que sea introducido de forma correcta. Una vez hecho esto el id se persistirá y el sistema empezará a mandar datos de interacción a Google Analytics, como: las páginas visitadas y los enlaces visitados.

## Contenido del curso

### Elecciones generales del 20 noviembre 2011

Las elecciones generales se celebraron el 20 de noviembre de 2011, tal y como anunció el presidente del Gobierno José Luis Rodríguez Zapatero el 29 de julio del mismo año. Los comicios se habrían celebrado en marzo de 2012 en el caso de no haber mediado un adelanto electoral. El resultado de dichas elecciones otorgó al Partido Popular la mayoría absoluta con un total de 186 escaños obtenidos frente a los 110 obtenidos por el PSOE, por lo que su candidato Mariano Rajoy fue investido Presidente del Gobierno el 20 de diciembre de 2011.

Los resultados de estas elecciones dieron como vencedor al Partido Popular (PP) presidido y liderado por Mariano Rajoy Brey que obtuvo en el Congreso de los Diputados una considerable mayoría absoluta con 186 escaños (32 más que en 2008) y un 44,63% de los votos; frente al Partido Socialista Obrero Español (PSOE) que obtuvo 110 escaños (59 menos que 2008) y un 28,76% de los votos. Izquierda Unida (IU) recuperó el grupo parlamentario propio obteniendo 11 representantes (9 más que en 2008) con un 6,92% de los votos siendo el tercer partido más votado. Unión Progreso y Democracia (UPyD) se convirtió en la cuarta fuerza con 5 representantes y un 4,70% de los votos. Convergencia i Unió (CIU) aumentó en 6 sus escaños obteniendo 16. Por otra parte el Partido Nacionalista Vasco perdió un escaño obteniendo 5. Esquerra Republicana de Catalunya (ERC), con tres diputados, Coalición Canaria (CC), con dos, y el Bloque Nacionalista Galego (BNG), también con dos, conservaron sus escaños. El nuevo Congreso es uno de los más heterogéneos de la democracia desdoblándose el bipartidismo. Entre las nuevas fuerzas se encuentran la coalición Amaiur con 7 representantes, Coalició Compromís, Foro de Ciudadanos (FAC) y Geroa Bai con un representante cada uno.

En el Senado el PP obtuvo 136 senadores (35 más que en 2008), mientras que el PSOE obtuvo 48 escaños (40 menos que en 2008). También obtuvieron representación CIU con 9 senadores (5 más), Entesa pel Progrés de Catalunya con 7 senadores, PNV con 4 senadores (2 más), Amaiur con 3 y Coalición Canaria con 1.

Respecto a 2008 el PSOE perdió la mayoría en las provincias de Álava, Asturias, León, Huesca, Zaragoza, Teruel, Islas Baleares, Cáceres, Badajoz, Jaén, Córdoba, Granada, Málaga, Cádiz, Huelva, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife (en las que obtiene la mayoría el PP); Lérida, Tarragona, Gerona (en las que obtiene la mayoría CIU); Vizcaya (donde obtiene la mayoría el PNV); y en Guipúzcoa (donde obtiene la mayoría Amaiur).

### Miguel de Cervantes

Cervantes es, probablemente, el escritor español más importante. Su impacto en la lengua española es tan grande que comúnmente, se la llama "la lengua de Cervantes". Él vivió y trabajó durante el período conocido como el "Siglo de Oro" (de 1550 hasta 1680) que fue una época de prosperidad. En 1492, los Reyes españoles completaron con éxito la Reconquista, Colón descubrió América y durante las siguientes décadas, España se convirtió en una de las fuerzas políticas y económicas más importantes de Europa. Se desarrollaron nuevos géneros literarios y, en suma, fue un tiempo de renovación cultural.

La novela más importante de Cervantes es "Don Quijote de la Mancha", el primer modelo clásico de novela moderna. Trata de un hombre noble cuya mayor pasión es leer novelas de caballería, hasta que él mismo sale de viaje a revivir dichas aventuras caballerescas, acompañado de un grajero sencillo al que emplea como escudero. El libro se editó en dos volúmenes, 1605 y 1615, y es una parodia de las famosas novelas de caballería de la época medieval, las cuales siempre tienen el mismo argumento: una princesa o, al menos una mujer rica, es secuestrada y un hombre noble, totalmente enamorado de esa mujer, sale y vive muchas aventuras hasta que finalmente recupera a la dama.

### Federico García Lorca

Lorca fue parte de un grupo conocido como "Generación del 27" cuyos miembros eran admiradores del autor Luis de Góngora, cuyo 300 aniversario de su nacimiento fue en 1927. Su estilo de escritura se conoce como "Culteranismo" y se caracteriza por tener temas oscuros y una retórica muy complicada.

Lorca creció en el campo español y por tanto él escribía habitualmente sobre la posición y represión de la mujer en la población rural de la España de 1930. Su novela más famosa es "La casa de Bernarda Alba" que habla sobre una madre de cinco niñas cuyo marido muere y, por lo tanto, se convierte en la "regente de la casa". Como era corriente en aquellos tiempos, Bernarda decide encerrar a su familia en la casa durante ocho años como señal de luto. Para ella, lo más importante es que la gente del pueblo podían pensar de ella y su familia. La felicidad de sus hijos no importa. Así la casa se convierte, poco a poco en una prisión y Bernarda se transforma en una tirana.

Lorca fue siempre muy crítico con la sociedad española. Esto y el hecho de que fuera homosexual le hizo impopular en el sector de derechas y fue asesinado en 1936, al principio de la guerra civil española.

## Importación de entidades

**Filtros**

Marcar/Desmarcar todas

Confianza: 50 %

---

**Entidades**

- <http://dbpedia.org/resource/Childbirth> 60,00%
- <http://dbpedia.org/resource/Novel> 59,44%
- <http://dbpedia.org/resource/Time> 59,44%
- <http://dbpedia.org/resource/Election> 51,00%
- [http://dbpedia.org/resource/Miguel\\_de\\_Cervantes](http://dbpedia.org/resource/Miguel_de_Cervantes) 100,00%
- <http://dbpedia.org/resource/Anniversary> 52,64%

[Confirmar](#)



Figura 7: Interfaz de usuario de la página de contenidos

The screenshot shows the Sakai LMS interface. At the top, there is a navigation bar with the Sakai logo, a 'Mi Sitio' dropdown, and a 'Curso de Prueba' dropdown. Below this is a 'Contenidos' section with a 'Print view' and 'Index of pages' link. The main content area displays three items:

- Elecciones generales del 20 noviembre 2011**: A text-based entry describing the general elections of 2011, mentioning the Partido Popular (PP) and the Partido Socialista Obrero Español (PSOE).
- Miguel de Cervantes**: A text-based entry about the Spanish writer Miguel de Cervantes, mentioning his work 'Don Quijote de la Mancha'.
- Federico García Lorca**: A text-based entry about the Spanish poet Federico García Lorca, mentioning his work 'La casa de Bernarda Alba'.

Figura 8: Vista de la herramienta nativa de Sakai con los tres temas incluidos.

## 4.4 Caso específico para el estudio

Con el propósito de llevar a cabo la evaluación, hemos diseñado un curso dentro de la plataforma Sakai compuesto por tres temas diferentes: Elecciones Generales de 2011, Miguel de Cervantes y Federico García Lorca. El resultado de esta lección, dentro de la herramienta nativa de Sakai, se puede ver en la Figura 8. Por otro lado, LODLearning descarga estos temas y los enriquece con contenido relacionado mostrando esto en forma de cartas. Estas cartas son mostradas cuando un estudiante realiza un *click* en el enlace correspondiente. Este comportamiento puede ser visto en la Figura 9.

Por lo tanto, la principal diferencia entre la herramienta nativa de Sakai y LODLearning reside en la mayor cantidad de contenido opcional que puede ser consultado por los estudiantes y la experiencia que ellos obtienen de ambas herramientas.

LOD Learning
Content
Import
Statistics

### elecciones generales del 20 noviembre 2011

Las elecciones generales se celebraron el 20 de noviembre de 2011, tal y como anunció el presidente del gobierno José Mariano Rajoy. Los comicios se habrían celebrado en marzo de 2012 en el caso de no haber mediado un adelanto elector. El Partido Popular (PP) obtuvo la mayoría absoluta con un total de 186 escaños obtenidos frente a los 110 obtenidos por el PSOE, por lo que el PP volvió a ser el partido del gobierno el 20 de diciembre de 2011.

Los resultados de estas elecciones dieron como vencedor al Partido Popular (PP) presidido y liderado por Mariano Rajoy. El PP obtuvo una considerable mayoría absoluta con 186 escaños (32 más que en 2008) y un 44,63% de los votos; frente a los 110 escaños (59 menos que 2008) y un 28,76% de los votos. Izquierda Unida (IU) recuperó el grupo parlamentario en 2008 con un 6,92% de los votos siendo el tercer partido más votado. Unión Progreso y Democracia (UPyD) se representó con un 4,70% de los votos. Convergencia i Unió (CiU) aumentó en 6 sus escaños obteniendo 16. Por otra parte, la coalición canaria obtuvo 5. Esquerra Republicana de Catalunya (ERC), con tres diputados, Coalición Canaria (CC) con dos, conservaron sus escaños. El nuevo Congreso es uno de los más heterogéneos de la democracia. En el Congreso se encuentran la coalición Amalur con 7 representantes, Coalición Compromís, Foro de Ciudadanos (Foro) y Geroa Bai con 4 representantes.

En el senado el PP obtuvo 136 senadores (35 más que en 2008), mientras que el PSOE obtuvo 48 senadores (40 menos que en 2008) y el PSC con 4 senadores.

Respecto a 2008 el PSOE perdió la mayoría en las provincias de Álava, Asturias, León, Huesca, Zaragoza, Teruel, Islas Baleares, Granada, Málaga, Cádiz, Huelva, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife (en las que obtiene la mayoría el PP); Lérica, Tarragona; Vizcaya (donde obtiene la mayoría el PNV); y en Guipúzcoa (donde obtiene la mayoría Amalur).

### Miguel de Cervantes

**Cervantes** es, probablemente, el escritor español más importante. El vivió y trabajó durante el período cuando los españoles completaron con éxito la Reconquista, las exploraciones más importantes de Europa. Se desarrolló la novela más importante de Cervantes es "don Quijote". El libro se editó en dos volúmenes, 1605 y 1615, y es considerado uno de los libros más importantes de la literatura occidental. El argumento: una princesa o, al menos una mujer rica, finalmente recupera a la dama.



Birth Date: 1547-09-29

Death Date: 1616-04-22

Birth Place: Spain

Death Place: Spain

[Link to Wikipedia: Miguel de Cervantes](#)

### Federico García Lorca

Lorca fue parte de un grupo conocido como "Generación del 27". Su estilo de escritura se conoce como "poesía pura". Lorca creció en el campo español y por tanto él escribió en castellano. "La casa de Bernarda Alba" es su obra más famosa. Como era corriente en aquellos tiempos, Lorca fue siempre muy crítico con la situación social y política. Lorca fue siempre muy crítico con la situación social y política. Lorca fue siempre muy crítico con la situación social y política.



Birth Date: 1898-06-05

Death Date: 1936-08-19

Birth Place: Province of Granada

Death Place: Province of Granada

[Link to Wikipedia: Federico García Lorca](#)

### Zaragoza



Zaragoza (/zaraˈɣosa/ or /saraˈɣosa/, Spanish: [saraˈɣoβa], also called Saragossa (/saraˈɡosa/) in English, is the capital city of the Zaragoza province and of the autonomous community of Aragón, Spain. It lies by the Ebro river and its tributaries, the Huerva and the Gállego, roughly in the center of both Aragón and the Ebro basin. On 1 September 2010 the population of the city of Zaragoza was 701,090, within its administrative limits on a land area of 1,062.64 square kilometres (410.29 square miles), making fifth in Spain. It is the 30th most populous municipality in the European Union. The population of the metropolitan area was estimated in 2006 at 783,763 inhabitants. The municipality is home to more than 50 percent of the Aragonese population. The city lies at an elevation of 199 metres (653 feet) above sea level. Zaragoza hosted Expo 2008 in the summer of 2008, a world's fair on water and sustainable development. It was also a candidate for the European Capital of Culture in 2010. The city is famous for its folklore, local gastronomy, and landmarks such as the Basilica del Pilar, La Seo Cathedral and the Aljafería Palace. Together with La Seo and the Aljafería, several other buildings form part of the Mudéjar Architecture of Aragón. The Fiesta del Pilar are among the most celebrated festivals in Spain.

Figura 9: Prototipo LODLearning con el contenido de los tres temas y el enriquecimiento correspondiente. Las flechas muestran la acción realizada cuando un enlace es presionado, revelando su correspondiente contenido enriquecido.

## 5 Metodología

Para la comprobación de la hipótesis de trabajo —la inclusión de contenido relacionado, en los contenidos del curso, por medio del uso de tecnologías de la Web Semántica mejora la efectividad didáctica de los estudiantes— hemos llevado a cabo un experimento con el prototipo que hemos desarrollado. En nuestro trabajo la efectividad didáctica se refiere a los cambios en el rendimiento de los estudiantes a lo largo de su tiempo de instrucción [22].

La muestra estaba compuesta por 32 estudiantes cursando educación secundaria en un instituto público en el norte de España con una distribución de género de 18 mujeres y 14 hombres. La muestra fue dividida en dos grupos de una manera aleatoria (grupos control y experimental) para llevar a cabo un estudio inter-sujeto.

El estudio del grupo de control fue realizado por medio de dos tareas diferentes con el fin de llevar a cabo, además, un estudio intra-sujeto. La primera tarea (pretest) consistió en un cuestionario sobre tres temas incluidos en Sakai. Para el primer cuestionario la muestra no tuvo acceso a la herramienta, de manera que se pudieron fijar los conocimientos iniciales de los alumnos. En la segunda tarea, los alumnos fueron expuestos a la herramienta nativa de Sakai, donde tuvieron que leer y memorizar los contenidos allí expuestos (posttest). Con estos conocimientos completaron un segundo cuestionario para ver las diferencias. Finalmente, se les pidió que completaran un cuestionario de satisfacción con el fin de conocer su opinión sobre la herramienta que acababan de utilizar. La evaluación para el grupo experimental fue hecha con el mismo procedimiento. Sin embargo, el grupo experimental fue expuesto a nuestro prototipo, LODLearning. El tiempo que se les concedió para completar las diferentes tareas fueron: 10 minutos para el primer y segundo cuestionario, 5 minutos para el cuestionario de satisfacción y 15 minutos para leer y memorizar el contenido expuesto en las herramientas.

Los dos cuestionarios de evaluación contenían 11 y 19 preguntas respectivamente, todas ellas con una puntuación de 1 para la respuesta correcta y 0 para la respuesta incorrecta o vacía. Ambos cuestionarios contenían preguntas relacionadas con el contenido mostrado en la herramienta de Sakai y contenido enriquecido presente en el prototipo LODLearning. Las preguntas eran de respuesta única o de texto libre incluyendo algunas de ellas preguntas sobre contenidos multimedia como mapas o imágenes. El primer cuestionario contenía 6 preguntas estándar y 5 sobre el contenido enriquecido. El segundo cuestionario contenía las mismas preguntas que el primero añadiendo 6 preguntas sobre el contenido enriquecido y 2 sobre el contenido estándar. El cuestionario de satisfacción —basado en una escala de Likert— estaba

Tabla 1: Puntuaciones obtenidas por los estudiantes. Tamaño de la muestra( $n$ ), media( $\bar{x}$ ), desviación estándar( $s$ ), máximo y mínimo para cada grupo. «Before» se refiere a los resultados antes de la exposición a la herramienta y «After» a los resultados después de la exposición a la herramienta.

	Control Before	Experimental Before	Control After	Experimental After
$n$	16	16	16	16
$\bar{x}$	14.77273	19.88636	32.89474	42.10526
$s$	9.889193	14.16889	13.79175	10.52632
$max$	36.360	54.550	57.89	57.89
$min$	0	0	10.53	21.05

compuesto por 6 cuestiones sobre las dos herramientas. Este cuestionario de satisfacción fue completado por 30 estudiantes de los 32 representados en la muestra dado que los 2 alumnos restantes prefirieron no completar el mismo.

Los cuestionario fueron realizados y albergados en la plataforma de Google Docs y luego se bajaron los resultados que fueron transformados con un script propio de Python en las notas finales por alumno. Todo el prototipo y sus dependencias fueron albergados en un servidor bajo Ubuntu 14.04 LTS al que los estudiantes tuvieron acceso mediante Internet usando Chrome o Firefox en sus últimas versiones.

Los resultados fueron calculados añadiendo un punto por cada respuesta correcta y luego normalizados en base 100 siguiendo el sistema de notas anglosajón. Los resultados se pueden ver en la Tabla 1.

## 6 Resultados

El análisis estadístico que se describe a continuación fue llevado a cabo usando R, en su versión 3.2.4 [23]. Hemos llevado a cabo una prueba t de Student entre el grupo control y el experimental (estudio inter-sujeto) antes y después de la exposición a la herramienta de Sakai o el prototipo LODLearning, respectivamente. También se ha llevado a cabo la misma prueba dentro del mismo grupo antes y después de la exposición a la herramienta asignada (estudio intra-sujeto). Antes de la exposición a las herramientas las diferencias entre el grupo de control y el experimental no eran significativas ( $p = ,24$ ). Sin embargo, usando el nivel de significación habitual ( $\alpha = ,05$ ), después de la exposición a las herramientas las diferencias entre ambos grupos son significativas ( $p = ,04$ ) Las diferencias entre los mismos grupos antes y después de la exposición a la respectiva herramienta fueron muy significativas ( $p = ,00018$ ) y ( $p = ,00002$ ) para el grupo de control y el experimental respectivamente, Figura 10. Como parte del estudio de la efectividad didáctica para LODLearning, hemos calculado el índice d de Cohen para saber el tamaño del efecto entre los grupos de control y experimental después de la exposición a la herramienta ( $d = ,75$ ).

También se ha llevado a cabo un estudio para saber la ratio de respuestas correctas para cada pregunta. Este estudio fue hecho usando una prueba exacta de Fisher cuyos resultados, Figura 11, muestran que el grupo experimental fue significativamente mayor que el de control para las preguntas 9 ( $p = ,04484$ ) y 19 ( $p = ,004069$ ).

Los resultados para el cuestionario de satisfacción se pueden ver en la Figura 12 así como las sugerencias de las asignaturas donde los alumnos ven conveniente la inclusión de estas herramientas, Figura 13.

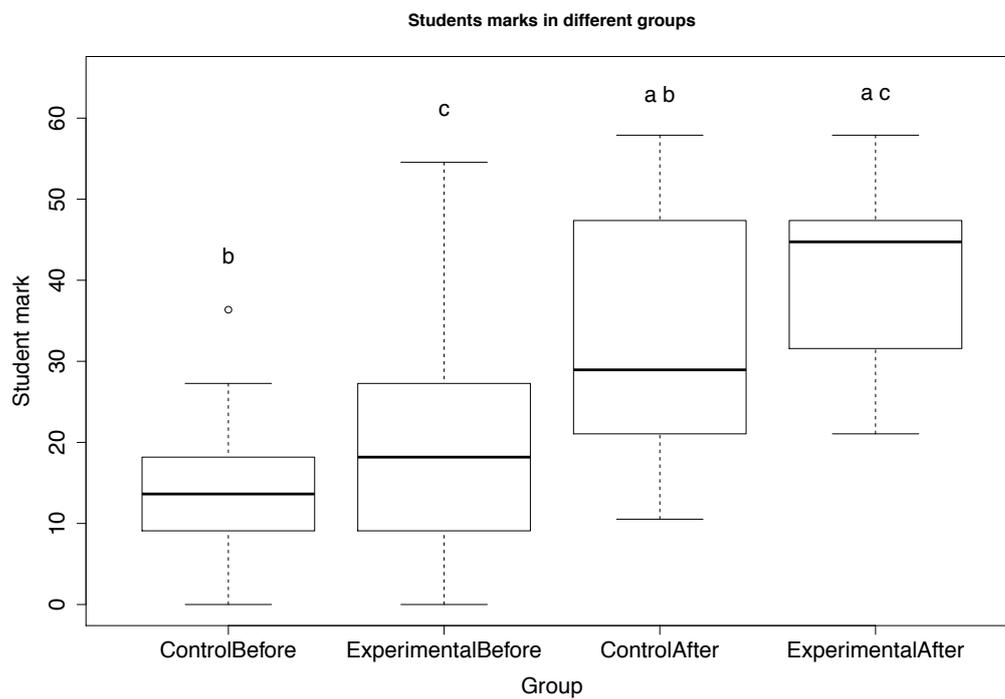


Figura 10: Representación de los resultados experimentales para los grupos de control y experimental antes y después de la exposición a las herramientas. *b* & *c* diferencias muy significativas ( $p < ,001$ ). *a* diferencias significativas ( $p < ,05$ ) mediante una prueba t de Student.

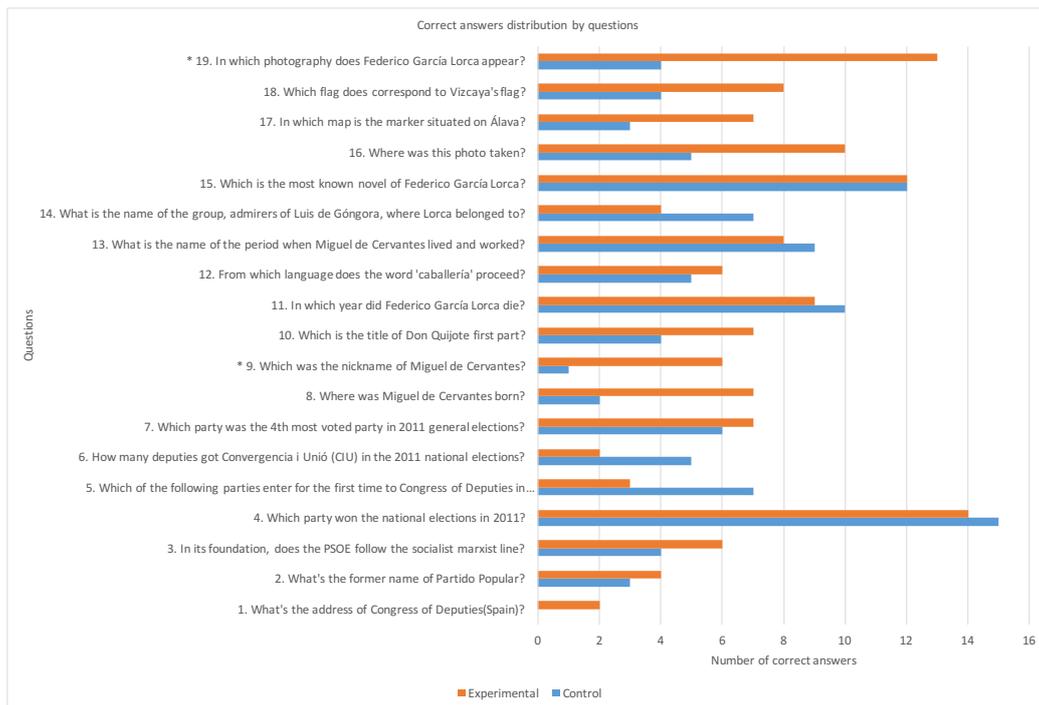


Figura 11: Distribución de la respuestas correctas para cada pregunta en los grupos control y experimental después de la exposición a las herramientas. Cada barra representa el número de estudiantes que contestaron correctamente a cada pregunta. \* Evidencias significativas para Experimental > Control ( $p < ,05$ ) usando una prueba exacta de Fisher.

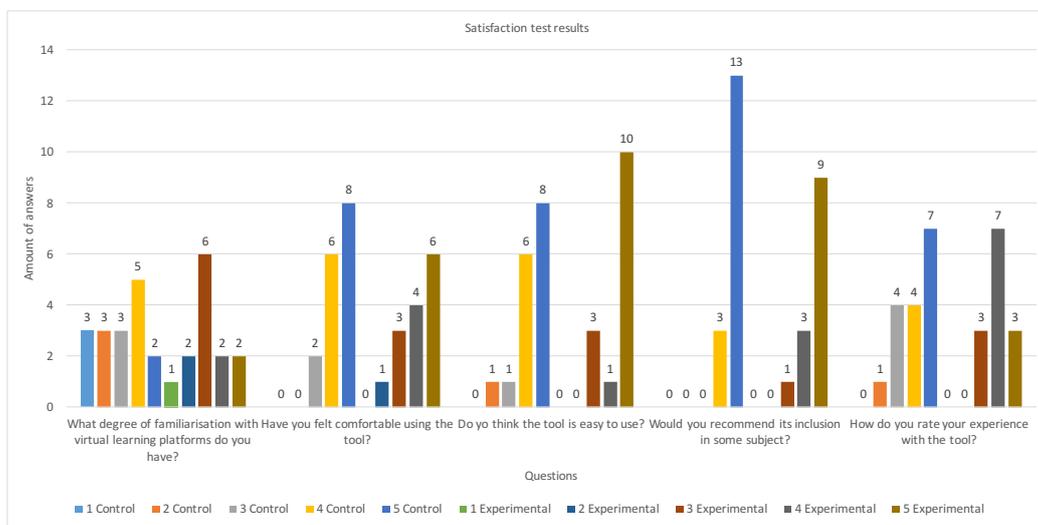


Figura 12: Puntuaciones totales para los grupos de control y experimental sobre las dos herramientas en los cuestionarios basados en una escala de Likert. Por ejemplo, para la primera pregunta las primeras 5 barras corresponden al grupo de control donde la primera es la cantidad de usuarios que calificaron esta pregunta con un 1, la segunda es la cantidad de usuarios que calificaron esta pregunta con un 2, etc. Desde la barra 6 a la 10 en cada pregunta se corresponde al grupo experimental.

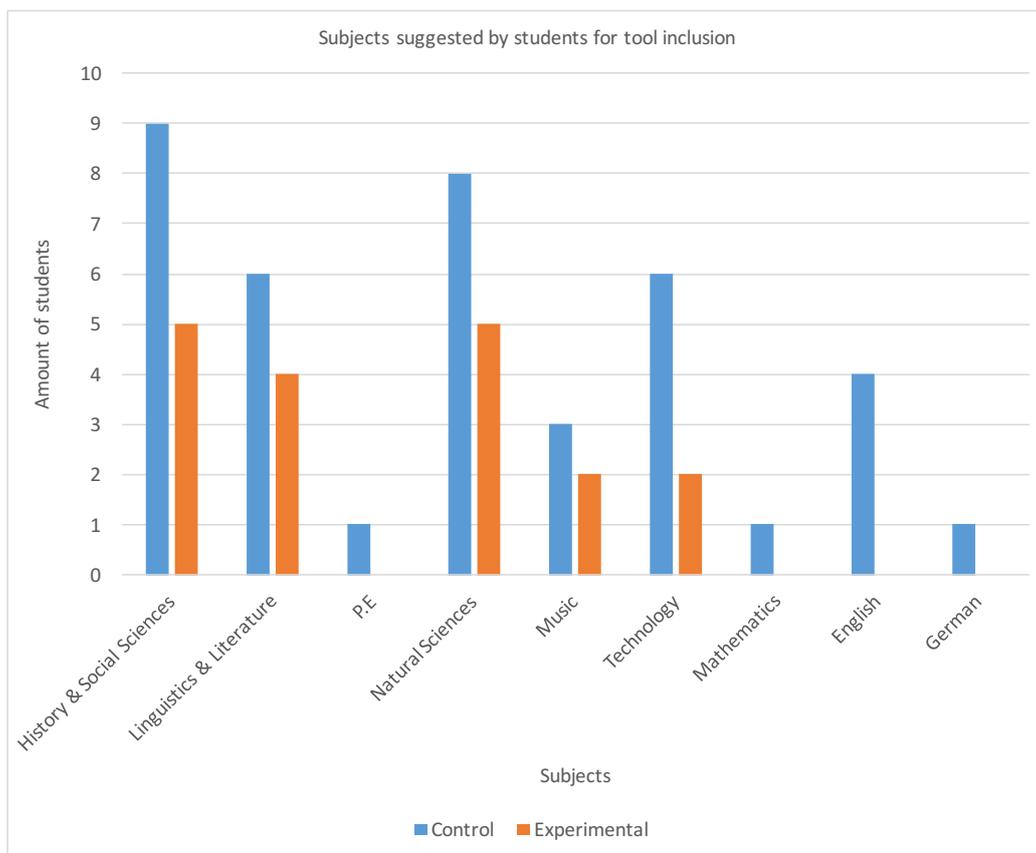


Figura 13: Gráfico de barras que representa el número de estudiantes que sugirió la inclusión de la herramienta con la que realizó el experimento en asignaturas que estaba cursando en ese momento.

## 7 Discusión e interpretación de los resultados

El estudio pretest indica que los estudiantes en ambos grupos tienen un rendimiento similar antes de la exposición a las herramientas. Sin embargo, los resultados del posttest muestran diferencias significativas entre el grupo de control y el experimental después de la exposición a la herramienta, indicando que existen cambios en el rendimiento de los alumnos cuando usan nuestro prototipo en comparación con la herramienta nativa de Sakai. Además, el tamaño del efecto ( $d$  de Cohen) muestra que nuestros resultados no son sólo significativos, sino que son relevantes y cercanos a un gran tamaño del efecto. Esta medida prueba que nuestro prototipo está surtiendo un efecto positivo en el rendimiento de los estudiantes.

Cuando las preguntas son consideradas por separado hay más datos interesantes para discutir. Las cuestiones 19 y 9 sugieren que hay diferencias significativas entre el grupo de control y el experimental. Ambas preguntas formaban parte del contenido enriquecido incluido en nuestro prototipo. Además, la mayor diferencia está registrada en la pregunta 19 que preguntaba sobre una imagen presentada en el contenido enriquecido, sugiriendo que los alumnos tienden a recordar mejor el contenido cuando se muestran imágenes. Esta tendencia fue también registrada en las preguntas sobre contenidos multimedia (preguntas 19, 18, 17 y 16) donde se registraron las mayores diferencias. La otra pregunta que muestra una diferencia entre grupos, pregunta 9, sugiere que cuando el prototipo usa una descripción corta (preguntas 9 y 8) los estudiantes tienden a recordar mejor este texto que cuando se usa un texto largo (pregunta 2). Otras preguntas relacionadas con el contenido enriquecido (preguntas 12, 3, 2, 1) registraron un mejor rendimiento en el grupo experimental sin diferencias tan grandes como las anteriores que son causadas por el uso de un texto extenso para la descripción. Sin embargo, las preguntas 14, 13, 11, 6 y 5, sobre el contenido estándar, registraron un mejor rendimiento en el grupo de control que puede estar influenciado por la mayor cantidad de contenido que debía ser memorizado por el grupo experimental en comparación con el del grupo de control. Estos resultados reportan que para obtener un mejor rendimiento el uso de textos cortos y contenido multimedia son los elementos que deben ser priorizados.

No hay diferencias significativas entre los estudiantes en sus niveles de satisfacción lo que soporta que LODLearning no supone un decremento en los niveles de satisfacción y por lo tanto los alumnos están igualmente satisfechos usando ambas herramientas. Por lo tanto, LODLearning puede ser incluido dentro de los cursos en los institutos sin afectar notablemente en la forma de trabajar de los alumnos con los entornos de aprendizaje virtuales. Además,

estas respuestas evidencian que no hay problemas de usabilidad en el prototipo LODLearning, es decir, los alumnos encuentran fácil el uso y la interacción con él. Por el contrario, LODLearning no parece que aumente los niveles de satisfacción ni sus niveles de recomendación de inclusión en asignaturas que estén cursando aunque sí que aumente su rendimiento. Sin embargo, esto puede estar afectado por su grado de familiarización con las plataformas de enseñanza virtuales como ellos mismos expusieron en la primera pregunta del cuestionario de satisfacción. Estos resultados también reportan que el contenido enriquecido puede ser añadido transparentemente sin interferir con el estudiante y su proceso de aprendizaje. Además, valoraron la experiencia con las herramientas muy positivamente y también recomendaron su inclusión en asignaturas que estaban cursando.

Cuando se les preguntó por su recomendación de asignaturas en las que incluir las herramientas recomendaron asignaturas relacionadas con los contenidos de la evaluación descrita (Historia y Ciencias sociales, y Lengua y Literatura) pero también asignaturas como Ciencias Naturales y Tecnología donde el contenido enriquecido sobre algunos términos complicados puede ser útil. Estos resultados están en línea con los resultados del grupo de control, donde los alumnos recomendaron más asignaturas, pero las más puntuadas son aquellas que el grupo experimental recomendó. Llama la atención la ausencia de la asignatura de Artes Plásticas dado que puede ser un campo de estudio interesante donde aplicar el prototipo.

## 8 Conclusiones y Trabajo Futuro

En este trabajo hemos descrito como nuestro prototipo, LODLearning, interactúa con Sakai y la Linked Open Data Cloud para enriquecer los contenidos formativos. Además este prototipo demuestra como el enriquecimiento del contenidos es capaz de mejorar el contenido de los cursos. Además, este prototipo abre una nueva posibilidad a la hora de mejorar el aprendizaje de los alumnos. Sin embargo, este trabajo tiene algunas limitaciones como son: la variedad de plataformas de aprendizaje, el enriquecimiento realizado y experimentos más exhaustivos. En futuros trabajos se podría probar este enfoque con más plataformas de aprendizaje, más tipos de contenidos enriquecidos y haciendo experimentos más exhaustivos o experiencias piloto donde el prototipo se desarrollara y entrara en entornos de producción. Como se ha dicho anteriormente, este trabajo abre nuevas posibilidades en cuanto al uso de la Web Semántica de las plataformas de e-Learning y demuestra que las áreas de E-Learning y Web Semántica pueden ser combinadas a la hora de crear herramientas más potentes y útiles.

### 8.1 Difusión de los resultados

Los trabajos fruto de esta investigación han sido enviados para su publicación en la revista *IEEE Transactions on Learning Technologies*. Esta revista pertenece a la categoría de *Computer Science* dentro del JCR de Ciencias y está en el Q3 (año 2014).

## 9 Gestión del proyecto

Para la gestión de este trabajo de investigación nos hemos guiado por lo descrito en el PMBOK [24] para la gestión de proyectos. Por lo tanto se han adaptado y combinado los procesos ahí descritos para que sean de mayor utilidad en la gestión de este proyecto.

### 9.1 Adaptación procesos

En las siguientes secciones se verán los procesos conseguidos después de la adaptación de aquellos propuestos por el PMBOK.

#### 9.1.1 Desarrollo del acta de constitución del proyecto

Este proceso recoge las ideas principales del TFM y da como resultado el acta de constitución de proyecto, en este caso el anteproyecto. Con el título y la descripción se obtiene el documento que luego será remitido a la comisión de TFM, que de aprobarlo daría por iniciado el proyecto.

Entradas:

- Breve descripción del proyecto
- Firmas del proyectante y el director
- Recursos necesarios

Salidas:

- Acta de constitución (anteproyecto para entregar a la comisión de TFM)

#### 9.1.2 Gestión del proyecto

Este proceso se encarga de englobar todo el trabajo de desarrollo del plan para la dirección del proyecto, dirigir y gestionar el trabajo del proyecto, monitorear y controlar el trabajo del proyecto, realizar el control integrado de cambios y de cerrar el proyecto o fase. Con este proceso se pretende aunar en un solo proceso toda la gestión y dirección del proyecto de manera que sea mucho más ágil.

Procesos agrupados:

- Desarrollar el plan de gestión del proyecto

- Dirigir y Gestionar el trabajo del proyecto
- Monitorear y controlar el trabajo del proyecto
- Solicitudes de cambios

Entradas:

- Acta de constitución del proyecto
- Marco organizativo del proyecto
- Información del desempeño del trabajo

Salidas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Hitos
- Actualizaciones del cronograma
- Actualizaciones del plan para la dirección del proyecto

### **9.1.3 Gestión del alcance**

Este proceso se encarga de englobar la planificación de la gestión del alcance, la recopilación de los requisitos, la definición del alcance, la creación de la EDT, la validación del alcance y el control del alcance. En este proceso se aborda cualquier tema en relación con el alcance. De esta manera, evitamos perder tiempo en procesos que quizás son demasiado grandes para este caso.

Procesos agrupados:

- Planificar la gestión del alcance
- Definir el alcance
- Crear la EDT
- Validar el alcance
- Controlar el alcance

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto

- Acta de constitución del proyecto
- Registro de interesados
- Documentación de requisitos
- Información del desempeño del trabajo

Salidas:

- Plan de gestión del alcance
- Plan de gestión de los requisitos
- Documentación de requisitos
- Matriz de trazabilidad de requisitos
- Línea base del alcance
- Solicitudes de cambios
- Entregables aceptados

#### **9.1.4 Gestión del tiempo**

Este proceso se encarga de englobar la planificación de la gestión del cronograma, la definición de actividades, la secuenciación de las actividades, la estimación de los recursos de las actividades, la estimación de la duración de las actividades, el desarrollo del cronograma y el control del cronograma. De esta manera todas las actividades en las que el cronograma esté involucrado están en este proceso. Esto permite que con un solo proceso se abarque todo el ciclo de vida del cronograma. Esto es bastante conveniente en el TFM dado que es el alumno el encargado de estas tareas y de esta manera gana agilidad haciéndolas todas agrupadas.

Procesos agrupados:

- Planificar la gestión del cronograma
- Definir las actividades
- Secuenciar las actividades
- Estimar los recursos de las actividades

- Estimar la duración de las actividades
- Desarrollar el cronograma
- Controlar el cronograma

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Línea base del alcance
- Registro de riesgos
- Calendarios del proyecto

Salidas:

- Lista de actividades
- Lista de hitos
- Diagramas de red del cronograma del proyecto
- Recursos requeridos para las actividades
- Estimación de la duración de las actividades
- Línea base del cronograma
- Cronograma del proyecto
- Información de desempeño del trabajo
- Solicitudes de cambio
- Actualizaciones a los documentos del proyecto

#### **9.1.4.1 Planificación**

En la Figura 14 se muestra la planificación que se ha seguido para la consecución de este proyecto.

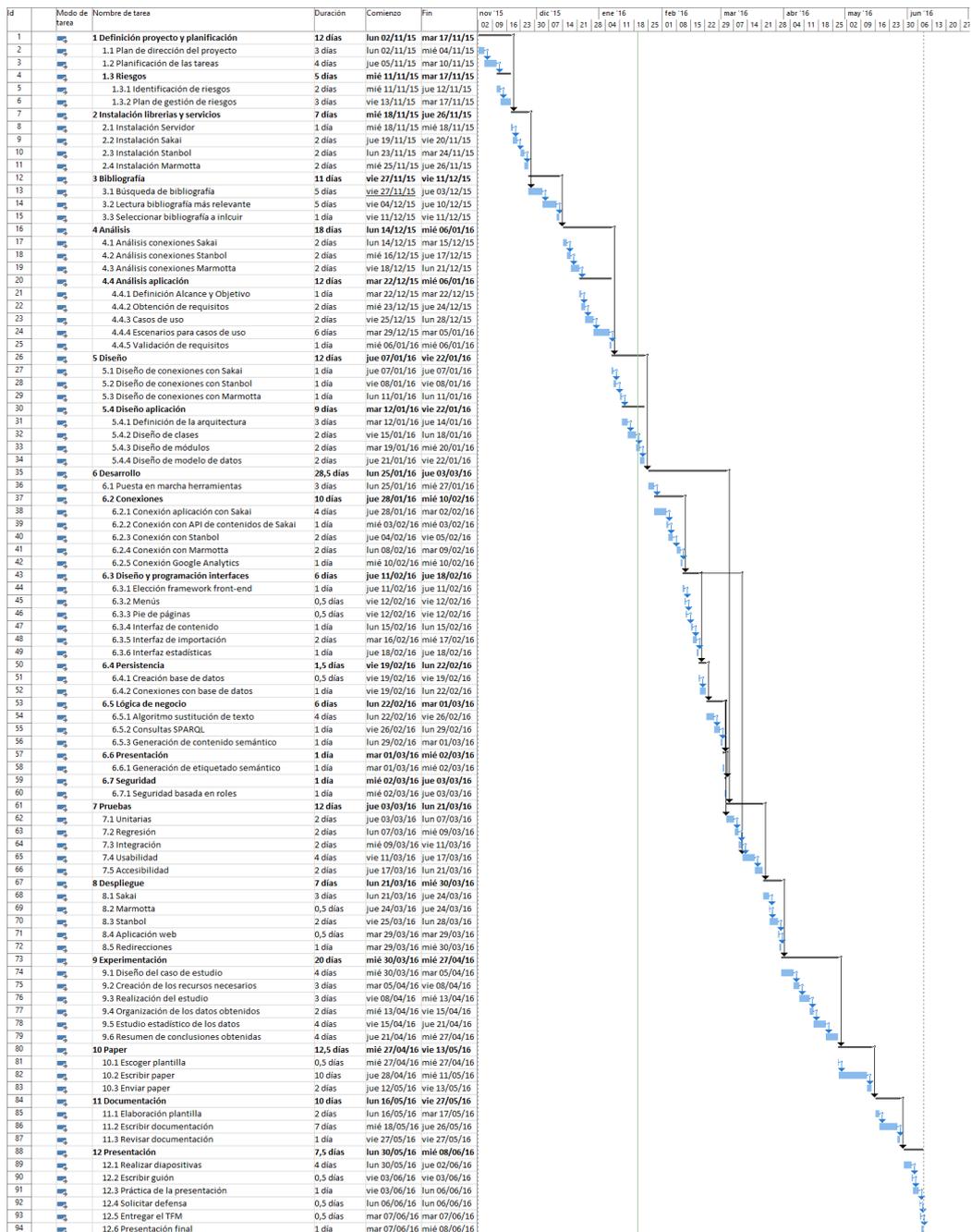


Figura 14: Diagrama de Gantt con la planificación que se ha seguido para este proyecto

### 9.1.5 Gestión de costes

Este proceso se encarga de englobar la planificación de costes, la estimación de costes y la determinación del presupuesto. El alumno tiene un solo proceso en el cual pueda obtener como salida el presupuesto del proyecto que luego se tiene que incluir en la documentación.

Procesos agrupados:

- Planificar la gestión de los costes
- Estimar los costes
- Determinar el presupuesto

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Acta de constitución del proyecto
- Línea base del alcance
- Cronograma del proyecto
- Registro de riesgos

Salidas:

- Plan de gestión de costes
- Línea base de costes
- Actualizaciones a los documentos del proyecto
- Presupuesto

#### 9.1.5.1 Presupuesto

El presupuesto estimado para la ejecución de este proyecto en un intervalo de 8 meses se puede ver en la Figura 15. Para la estimación de este presupuesto se ha usado como contexto un autónomo que tenga que realizar este trabajo como parte de su Máster y además quiera sacar cierto beneficio económico de este trabajo. Además de este contexto, se han hecho ciertas asunciones en la elaboración de este presupuesto:

- Ordenador portátil: El coste total del ordenador portátil es de 1649 €. Para saber que prorrateo hay que usar se asume que el tiempo de vida es la garantía oficial por ley, 2 años. Por lo tanto el precio por mes es de 68,71 €.
- Mac OS X El Capitán: El coste de este producto software va incluido en el precio del ordenador.
- Servidor: El coste total del servidor es de 1000 €. Para saber que prorrateo hay que usar se asume que el tiempo de vida es la garantía oficial por ley, 2 años. Por lo tanto el precio por mes es de 50 €.
- Sakai, Marmotta, Stanbol: Estos productos son de Software Libre y para su uso no se requiere pagar una licencia.
- Github: Se necesita una cuenta básica con posibilidad de repositorios privados.
- Beneficio: Se calcula un beneficio para el ejecutor de este proyecto de 1000 € por mes.
- Contingencia: Se prevé una reserva para contingencias de un 10 % por si hubiera algún problema en la ejecución del proyecto o para posibles ampliaciones.

### 9.1.5.2 Presupuesto de cliente

Además del presupuesto expuesto en la sección anterior, se ha desarrollado un presupuesto de cliente que sirve para realizar ofertas a los posibles clientes que quieran contratar el desarrollo de este proyecto.

En el presupuesto realizado, Figura 16, se ha puesto un precio por día equitativo para todas las actividades del proyecto, de manera que ninguna tenga más peso que las otras. Además aquellas áreas que no eran imputables directamente como parte del presupuesto de cliente se han repartido a partes iguales en las áreas que se ven en la figura. Este presupuesto además deja ver cuánto tiempo se va a invertir en cada actividad.

Finalmente, se incluye un IVA de un 21 % de forma orientativa ya que dependiendo del cliente final este IVA puede ser de un tipo u otro.

Item	Subitem	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL
1		<b>Hardware</b>			<b>949,68 €</b>
	1	Meses ordenador portátil	8	68,71 €	549,68 €
	2	Meses servidor	8	50,00 €	400,00 €
2		<b>Oficina</b>			<b>5.256,00 €</b>
	1	Meses alquiler	8	500,00 €	4.000,00 €
	2	Luz	8	70,00 €	560,00 €
	3	Agua	8	30,00 €	240,00 €
	4	Internet	8	57,00 €	456,00 €
3		<b>Software</b>			<b>175,20 €</b>
	1	Mac OS X 10.11 El Capitán	1	- €	- €
	2	Meses IntelliJ IDEA Ultimate	8	14,90 €	119,20 €
	3	Sakai	1	- €	- €
	4	Apache Marmotta	1	- €	- €
	5	Apache Stanbol	1	- €	- €
	6	Meses Office 365	8	7,00 €	56,00 €
4		<b>Servicios</b>			<b>7,00 €</b>
	1	Github	1	7,00 €	7,00 €
5		<b>Tasas</b>			<b>3.314,30 €</b>
	1	Créditos TFM	22	30,65 €	674,30 €
	2	Cuota autónomos	8	330,00 €	2.640,00 €
		<i>Subtotal</i>			9.702,18 €
		<i>Contingencia</i>			10%
		<i>Beneficio</i>			8.000,00 €
		<b>Total</b>			<b>18.672,40 €</b>

Figura 15: Presupuesto estimado para la ejecución del proyecto

Item	Subitem	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL
1		<b>Comienzo proyecto</b>			<b>5.235,00 €</b>
	1	Planificación	12	174,50 €	2.094,00 €
	2	Análisis	18	174,50 €	3.141,00 €
2		<b>Diseño</b>			<b>2.094,00 €</b>
	1	Diseño	12	174,50 €	2.094,00 €
3		<b>Desarrollo</b>			<b>7.503,50 €</b>
	1	Desarrollo	36	174,50 €	6.282,00 €
	2	Despliegue	7	174,50 €	1.221,50 €
4		<b>Finalización del proyecto</b>			<b>3.839,00 €</b>
	1	Pruebas	12	174,50 €	2.094,00 €
	2	Documentación	10	174,50 €	1.745,00 €
		<i>Subtotal</i>			18.671,50 €
		<i>IVA (21%)</i>			3.921,02 €
		<b>Total con IVA</b>			<b>22.592,52 €</b>

Figura 16: Presupuesto cliente para la ejecución del proyecto

### 9.1.6 Gestión de la calidad

Este proceso engloba la planificación de la gestión de la calidad, la realización del aseguramiento de la calidad y el control de la calidad. En este proceso el alumno obtiene todo el plan de pruebas y los resultados de las mismas. De manera que puede asegurar la calidad de su proyecto de una manera más ágil.

Procesos agrupados:

- Planificar la gestión de la calidad
- Realizar el aseguramiento de la calidad
- Controlar la calidad

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Registro de interesados
- Registro de riesgos
- Documentación de requisitos
- Documentos del proyecto
- Solicitudes de cambio aprobadas
- Entregables

Salidas:

- Plan de gestión de la calidad
- Plan de mejoras del proceso
- Listas de verificación de calidad
- Actualizaciones a los documentos del proyectos
- Información del desempeño de trabajo
- Solicitudes de cambio
- Medidas de control de la calidad

### 9.1.7 Gestión de las comunicaciones

Este proceso engloba la planificación de la gestión de las comunicaciones, la gestión de las comunicaciones y el control de las comunicaciones. Este proceso permite al alumno gestionar las comunicaciones así como tomar acciones correctivas si no estuvieran funcionando correctamente.

Procesos agrupados:

- Planificar la gestión de las comunicaciones
- Gestionar las comunicaciones
- Controlar las comunicaciones

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Registro de interesados
- Informes de desempeño del trabajo
- Registro de incidentes
- Datos de desempeño del trabajo

Salidas:

- Plan de gestión de las comunicaciones
- Comunicaciones del proyecto
- Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto
- Actualizaciones a los documentos del proyecto
- Información de desempeño del trabajo
- Solicitudes de cambio

### 9.1.8 Gestión de riesgos

Este proceso engloba la planificación de la gestión de riesgos, la identificación de los riesgos, la realización del análisis cuantitativo de riesgos, la planificación de la respuesta a los riesgos y el control de riesgos. Este proceso permite al alumno obtener una lista priorizada de riesgos con sus posibles soluciones y métodos de actuación.

Procesos agrupados:

- Planificar la gestión de riesgos
- Identificar los riesgos
- Realizar el análisis cualitativo de riesgos
- Planificar la respuesta a los riesgos
- Controlar los riesgos

Entradas:

- Plan para la dirección del proyecto
- Acta de constitución del proyecto
- Registro de interesados
- Plan de gestión de los costes
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión de la calidad
- Estimación de costes de las actividades
- Línea base del alcance

Salidas:

- Plan de gestión de los riesgos
- Registro de riesgos
- Actualizaciones a los documentos del proyecto
- Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto
- Información de desempeño del trabajo

### **9.1.8.1 Registro de riesgos**

En la Figura 17 se pueden ver los riesgos identificados junto con el análisis del riesgo asociado:

ID	Nombre	Responsable	Probabilidad	Impacto				Impacto	0,50 Priorización	Response
				Presup.	Planific.	Alcance	Calidad			
1	Problemas con la conexión con Sakai, Stanbol o Marmotta	Programador	Baja	Alto	Crítico	Alto	Medio	0,27		Evitar: Si es muy difícil buscar tecnologías alternativas
2	Problemas con los diferentes formatos	Programador	Baja	Medio	Medio	Medio	Bajo	0,09		Mitigar: Se crearan adaptadores entre formatos
3	No aceptación por parte de los usuarios	Programador	Alta	Crítico	Bajo	Bajo	Alto	0,63		Evitar: Contacto con posibles usuarios y pruebas de usabilidad y accesibilidad
4	Problemas en el despliegue	Sistemas	Baja	Medio	Alto	Bajo	Alto	0,17		Transferir: Posibilidad de usar SaaS
5	Problemas con el tiempo de entrega	Director proyecto	Media	Medio	Alto	Muy Bajo	Bajo	0,28		Mitigar: Hacer reuniones de seguimiento y planificar con holgura
6	Problemas con la seguridad	Sistemas y programador	Media	Bajo	Bajo	Medio	Alto	0,28		Transferir: Posibilidad de usar servidores externos
7	Poca documentación	Analista	Alta	Medio	Crítico	Alto	Alto	0,63		Evitar: Si no hay documentación buscar tecnologías alternativas
8	Tecnologías novedosas	Programador	Media	Medio	Alto	Medio	Medio	0,28		Evitar: Usar tecnologías probadas y con recorrido
9	Perdida conexión con Web Semántica	Programador	Baja	Alto	Alto	Medio	Medio	0,17		Aceptar: Es el núcleo de la aplicación
10	Datos poco fiables de Stanbol	Analista	Media	Medio	Medio	Alto	Alto	0,28		Mitigar: Obtener más datos de otras fuentes
11	Datos muy precisos de Stanbol	Analista	Media	Medio	Bajo	Alto	Alto	0,28		Explotar: Mostrar más datos al usuario

Figura 17: Riesgos identificados para este proyecto

### 9.1.9 Gestión de interesados

Este proceso engloba la identificación de los interesados, la planificación de la gestión de los interesados, la gestión de la participación de los interesados y el control de la participación de los interesados. Con este proceso el alumno obtiene toda la gestión de una manera ágil y más sencilla.

Procesos agrupados:

- Identificar a los interesados
- Planificar la gestión de los interesados
- Gestionar la participación de los interesados
- Controlar la participación de los interesados

Entradas:

- Acta de constitución del proyecto
- Plan para la dirección del proyecto
- Plan de gestión de los interesados
- Registro de cambios
- Datos del desempeño del trabajo
- Documentos del proyecto

Salidas:

- Registro de interesados
- Plan de gestión de los interesados
- Registro de incidentes
- Solicitudes de cambio
- Información de desempeño del trabajo

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por una colaboración con Izertis financiado a su vez por el *Ministerio de Industria, Energía y Turismo* en la convocatoria de *Acción Estratégica de Economía y Sociedad Digital del 2014*. (Expediente: TSI-100600-2014-44) Título: Linked Open Data Learning (LOP): Enriqueciendo la experiencia formativa en eLearning.

Queremos agradecer la ayuda recibida por parte de la profesora María del Puerto Paule Ruíz en la realización de este trabajo y también queremos agradecer a Modesto, María José y a los estudiantes del instituto por su predisposición y colaboración con el experimento descrito en este trabajo.

## Referencias

- [1] S. Y. Park, “An Analysis of the Technology Acceptance Model in Understanding University Students’ Behavioral Intention to Use e-Learning,” *Journal of Educational Technology & Society*, vol. 12, no. 3, pp. 150–162, 2009.
- [2] R. Grishman and B. Sundheim, “Message Understanding Conference-6: A Brief History,” in *COLING*, vol. 96, pp. 466–471, 1996.
- [3] M. Coccoli and I. Torre, “Interacting with annotated objects in a Semantic Web of Things application,” *Journal of Visual Languages & Computing*, vol. 25, pp. 1012–1020, dec 2014.
- [4] D. Glachs, V. Damjanovic, F. Strohmeier, and S. Fernández, “EAGLE-Local Government Learning Platform,” 2014.
- [5] D.-P. Deng, G.-S. Mai, C.-H. Hsu, C.-L. Chang, T.-R. Chuang, and K.-T. Shao, *Linking Open Data Resources for Semantic Enhancement of User-Generated Content*, vol. 7774 of *Lecture Notes in Computer Science*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, jan 2013.
- [6] M. Foulonneau, “Generating Educational Assessment Items from Linked Open Data: The Case of DBpedia,” in *The Semantic Web: ESWC 2011 Workshops SE - 2* (R. García-Castro, D. Fensel, and G. Antoniou, eds.), vol. 7117 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 16–27, Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [7] A. Gladun, J. Rogushina, F. García-Sánchez, R. Martínez-Béjar, and J. T. Fernández-Breis, “An application of intelligent techniques and semantic web technologies in e-learning environments,” *Expert Systems with Applications*, vol. 36, pp. 1922–1931, mar 2009.
- [8] S. Jeschke, N. Natho, S. Rittau, and M. Wilke, “mArachna - Applying Natural Language Processing Techniques to Ontology Engineering,” in *Seventh IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007)*, pp. 571–575, 2007.
- [9] T. Kurz, G. Güntner, V. Damjanovic, S. Schaffert, and M. Fernandez, “Semantic enhancement for media asset management systems,” *Multimedia Tools and Applications*, vol. 70, no. 2, pp. 949–975, 2012.

- [10] K. Levacher, S. Lawless, and V. Wade, "Slicepedia: Providing Customized Reuse of Open-Web Resources for Adaptive Hypermedia," in *Proceedings of the 23rd ACM conference on Hypertext and social media - HT '12*, (New York, New York, USA), p. 23, ACM Press, 2012.
- [11] S. Lohmann, P. Heim, and P. Díaz, "Exploiting the Semantic Web for Interactive Relationship Discovery in Technology Enhanced Learning," in *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, pp. 302–306, IEEE, jul 2010.
- [12] P. Markellou, I. Mousourouli, S. Spiros, and A. Tsakalidis, "Using Semantic Web Mining Technologies for Personalized e-Learning Experiences," feb 2005.
- [13] P. Nelson, T. Edmundo, C.-P. Ricardo, L.-V. Jorge, and A. C. Janneth, "Consuming and producing linked open data: the case of OpenCourseWare," *Program*, vol. 48, no. 1, pp. 16–40, 2014.
- [14] L. Stojanovic, S. Staab, and R. Studer, "eLearning Based on the Semantic Web," *Proceedings of WebNet 2001, World Conference on the WWW and the Internet*, no. FEBRUARY 2002, 2001.
- [15] G. Xu, Y. Gu, P. Dolog, Y. Zhang, and M. Kitsuregawa, "SemRec: A Semantic Enhancement Framework for Tag Based Recommendation.," aug 2011.
- [16] H. Q. Yu, C. Pedrinaci, S. Dietze, and J. Domingue, "Using Linked Data to Annotate and Search Educational Video Resources for Supporting Distance Learning," *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, vol. 5, no. 2, pp. 130–142, 2012.
- [17] P. Brusilovsky, *Adaptive Hypertext and Hypermedia*, ch. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia, pp. 1–43. Dordrecht: Springer Netherlands, 1998.
- [18] P. De Bra, D. Smits, K. van der Sluijs, A. I. Cristea, J. Foss, C. Glahn, and C. M. Steiner, *Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems: Achievements and Trends*, ch. GRAPPLE: Learning Management Systems Meet Adaptive Learning Environments, pp. 133–160. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [19] A. Montes García, P. De Bra, G. H. L. Fletcher, and M. Pechenizkiy, "A DSL Based on CSS for Hypertext Adaptation," in *Proceedings of the*

*25th ACM Conference on Hypertext and Social Media*, HT '14, (New York, NY, USA), pp. 313–315, ACM, 2014.

- [20] P. De Bra, E. Knutov, D. Smits, N. Stash, and V. F. C. Ramos, “GALE: A Generic Open Source Extensible Adaptation Engine,” *New Rev. Hypermedia Multimedia*, vol. 19, no. 2, pp. 182–212, 2013.
- [21] C. Severance, T. Hanss, and J. Hardin, “Ims learning tools interoperability: Enabling a mash-up approach to teaching and learning tools,” *Technology, Instruction, Cognition and Learning*, vol. 7, no. 3-4, pp. 245–262, 2010.
- [22] M. Loi and B. Ronsivalle, “A Particular Aspect of Cost Analysis in Distance Education,” in *Distance and E-Learning in Transition*, pp. 161–168, John Wiley & Sons, Inc., 2013.
- [23] R Core Team, *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2016.
- [24] PMI, “A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)-Fifth Edition,” *Project Management Journal*, vol. 44, jun 2013.