



**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado en Tecnologías de la  
Computación e Ingeniería Ambiental

**Modelos y herramientas para la  
representación y análisis de datos en LMS  
para enseñanzas universitarias.**

Autora:

Dña. Magdalena Cantabella Sabater

Directores:

Dra. Dña. Belén López Ayuso

Dr. D. Andrés Muñoz Ortega

Dr. D. Alberto Caballero Martínez

Murcia, marzo de 2018





**UCAM**

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Programa de Doctorado en Tecnologías de la  
Computación e Ingeniería Ambiental

**Modelos y herramientas para la  
representación y análisis de datos en LMS  
para enseñanzas universitarias.**

Autora:

Dña. Magdalena Cantabella Sabater

Directores:

Dra. Dña. Belén López Ayuso

Dr. D. Andrés Muñoz Ortega

Dr. D. Alberto Caballero Martínez

Murcia, marzo de 2018





## AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

La Dra. Dña. Belén López Ayuso, el Dr. D. Andrés Muñoz Ortega y el Dr. D. Alberto Caballero Martínez, como Directores<sup>(1)</sup> de la Tesis Doctoral titulada **Modelos y herramientas para la representación y análisis de datos en LMS para enseñanzas universitarias**, realizada por Dña. Magdalena Cantabella Sabater en la Escuela Internacional de Doctorado (EIDUCAM), **autorizan su presentación a trámite en su modalidad de compendio** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmamos, para dar cumplimiento a los Reales Decretos 99/2011, 1393/2007, 56/2005 y 778/98, en Murcia a 8 de marzo de 2018.

<sup>(1)</sup> Si la Tesis está dirigida por más de un Director tienen que constar y firmar ambos.





*Luchemos por alcanzar la serenidad de aceptar las cosas inevitables,  
el valor de cambiar las cosas que podemos y la sabiduría  
para poder distinguir unas de otras.*

***San Francisco de Asís***





## Agradecimientos

*Dedico esta tesis doctoral a Sagrario, por su constancia y perseverancia que hacen de ella un ejemplo a seguir. Gracias abuela por tu apoyo incondicional.*

*A mis padres, por creer en mí en todo momento, por sus consejos, sus valores, pero sobre todo, por su amor. Sin vosotros nunca hubiese sido posible.*

*Mi mejor proyecto de investigación, motivación diaria y fuente de inspiración, donde tengo puestas todas las aspiraciones de esta tesis, deseo que en un futuro te permitan llegar donde tus sueños te guíen, te quiero hijo.*

*A Juan Antonio, mi cómplice, mi vida, la persona que mejor me conoce y aún así cada día me quiere un poquito más.*

*No puedo dejar de mencionar a mis compañeros, o mejor dicho amigos. Con vuestra ayuda y buen humor en el día a día habéis participado en la elaboración de esta tesis. Gracias a todos de corazón.*

*En especial a los culpables de este proyecto, mis directores, que han permitido poner mi nombre como autora en esta tesis, a pesar de ser un trabajo de tres. Andrés, gracias por contagiarme tu pasión por la investigación a través de tus inquietudes y rigurosidad científica, pero principalmente por tu gran paciencia. Belén, has sido capaz de transmitirme la calma y la serenidad necesarias, haciendo posible que disfrute en todo momento de este trabajo. También agradecer tu confianza, haciéndome partícipe de tu nuevo proyecto educativo en Enseñanzas Virtuales. Pero sobre todo, más allá de este tesis, darte las gracias por ser un referente para mí.*



# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>xvii</b>
1.1	Definición . . . . .	xvii
1.2	Motivación y Objetivos . . . . .	xxii
1.3	Organización de la Tesis . . . . .	xxiv
<b>2</b>	<b>Artículos que componen esta tesis doctoral.</b>	<b>1</b>
2.1	OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling . . . . .	1
2.2	Onlinedata:Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje . . . . .	15
2.3	Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions . . . . .	31
<b>3</b>	<b>Resultados</b>	<b>59</b>
3.1	Conclusiones . . . . .	59
3.2	Vías Futuras . . . . .	63
3.3	Datos relativos a la calidad de las publicaciones . . . . .	65
3.3.1	OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling - Expert Systems with Applications . . . . .	65
3.3.2	Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje - Revista Española de Documentación Científica . . . . .	66
3.3.3	Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions - Interactive Learning Environments . . . . .	67
<b>4</b>	<b>Bibliografía</b>	<b>69</b>
4.1	Referencias . . . . .	69
4.2	Mis Publicaciones . . . . .	73



Esta tesis es un compendio de publicaciones científicas, a continuación se muestran las referencias completas de los artículos que conforman la tesis por orden cronológico.

<b>Título</b>	<i>OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling</i>
<b>Revista</b>	Expert Systems with Applications
<b>Volumen</b>	42(15-16)
<b>Páginas</b>	5995–6007
<b>Año</b>	2015
<b>DOI</b>	10.1016/j.eswa.2015.04.019
<b>Estado</b>	Publicado

#### Detalles de la revista *Expert Systems with Applications*

Redactor jefe: Dr. Binshan Lin  
 ISSN: 0957-4174  
 Editorial: Elsevier  
 Factor de impacto (2014): 2.24 (Journal Citation Reports)  
 Categoría: Computer Science, Artificial Intelligence  
 Ranking: Q1, posición: 29 de 123  
 Página Web: [www.elsevier.com/locate/eswa](http://www.elsevier.com/locate/eswa)

#### Autores – Afiliación

<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Andrés Muñoz Ortega</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Joaquín Lasheras Velasco</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dña. Ana Capel Serrano</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dña. Magdalena Cantabella Sabater</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Alberto Caballero Martínez</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia

<b>Título</b>	<i>Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje</i>
<b>Revista</b>	Revista española de Documentación Científica
<b>Volumen</b>	39(4)
<b>Páginas</b>	e153
<b>Año</b>	2016
<b>DOI</b>	10.3989/redc.2016.4.1354
<b>Estado</b>	Publicado

#### Detalles de la revista *Revista española de Documentación Científica*

Redactor jefe: Begoña Granadino Goenechea  
 ISSN: 0210-0614 (versión impresa)  
 ISSN: 1988-4621 (versión electrónica)  
 Editorial: Consejo superior de investigaciones científicas - CSIC  
 Factor de impacto (2014): 0.636 (Journal Citation Reports)  
 Categoría: Information Science & Library Science  
 Ranking: Q2, posición: 42 de 85  
 Página Web: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc>

#### Autores – Afiliación

<b>Nombre</b>	<b>Dña. Magdalena Cantabella Sabater</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dra. Dña. Belén López Ayuso</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Andrés Muñoz Ortega</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Alberto Caballero Martínez</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia

<b>Título</b>	<i>Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions</i>
<b>Revista</b>	Interactive Learning Environments
<b>Páginas</b>	1-13
<b>Año</b>	2018
<b>DOI</b>	10.1080/10494820.2017.1421561
<b>Estado</b>	<i>Publicado</i>

#### Detalles de la revista *Interactive Learning Environments*

Redactor jefe: Dr Joseph Psotka

ISSN: 1049-4820

Editorial: Taylor & Francis Online

Factor de impacto (2016): 1.674 (Journal Citation Reports)

Categoría: Education & Educational Research

Ranking: Q1, posición: 51 de 235

Página Web: <http://www.tandfonline.com/toc/nile20/current>

#### Autores – Afiliación

<b>Nombre</b>	<b>Dña. Magdalena Cantabella Sabater</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dra. Dña. Belén López Ayuso</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Alberto Caballero Martínez</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia
<b>Nombre</b>	<b>Dr. D. Andrés Muñoz Ortega</b>
<b>Universidad</b>	Universidad Católica de Murcia





# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1 Definición

Gracias a la evolución de la plataformas e-learning se han afianzado los títulos a distancia en enseñanzas universitarias [39] [15]. Inicialmente, dichas plataformas eran desarrollos propietarios poco escalables, enfocados únicamente a actuar como gestores de contenidos que carecían de estructura y no permitían la comunicación entre usuarios. Ante la necesidad de mejora y con el objetivo de conseguir interoperabilidad entre las plataformas e-learning, nacieron las primeras organizaciones estableciendo un conjunto de normas técnicas que permitían importar y reutilizar contenidos, ajustándose a un estándar. Las organizaciones más relevantes fueron IMS Learning Design [30] y Sharable Content Object Reference Model (SCORM) [9]. Un cambio significativo fue su transformación estructural hacia un diseño modular que permitía separar las herramientas de los contenidos, mejorando su accesibilidad y adaptabilidad. Se integraron nuevas herramientas que ayudaron a enriquecer la labor docente, permitiendo gestión de contenidos y planificación de tareas. A su vez, se desarrollaron otras con el objetivo de facilitar la comunicación entre usuarios de manera unificada desde un único entorno, por ejemplo las herramientas foros, videoconferencias o chat, también conocidas como herramientas colaborativas. Consecuencia del incremento de actividad e interacción en el proceso de enseñanza-aprendizaje, se crearon los primeros módulos que permitían la monitorización de actividad de los usuarios [20] [25]. Actualmente, las plataformas e-learning son conocidas como Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) o en inglés como Learning Management System (LMS), como serán tratadas en adelante en esta tesis.

En la última década se han consolidado nuevas modalidades sucesoras de la educación a distancia, como es el caso de las modalidades 100 % on-line y semipresencial, conocidas estas últimas como blended. En todas ellas es necesario el uso de herramientas de aprendizaje, cobrando así un papel fundamental la necesidad de integrar plataformas LMS en las universidades. Gracias a su uso, el estudiante puede trabajar de modo autónomo, de esta manera se facilita la interacción con otros usuarios a través de herramientas colaborativas, se proporcionan nuevos métodos para la gestión de re-

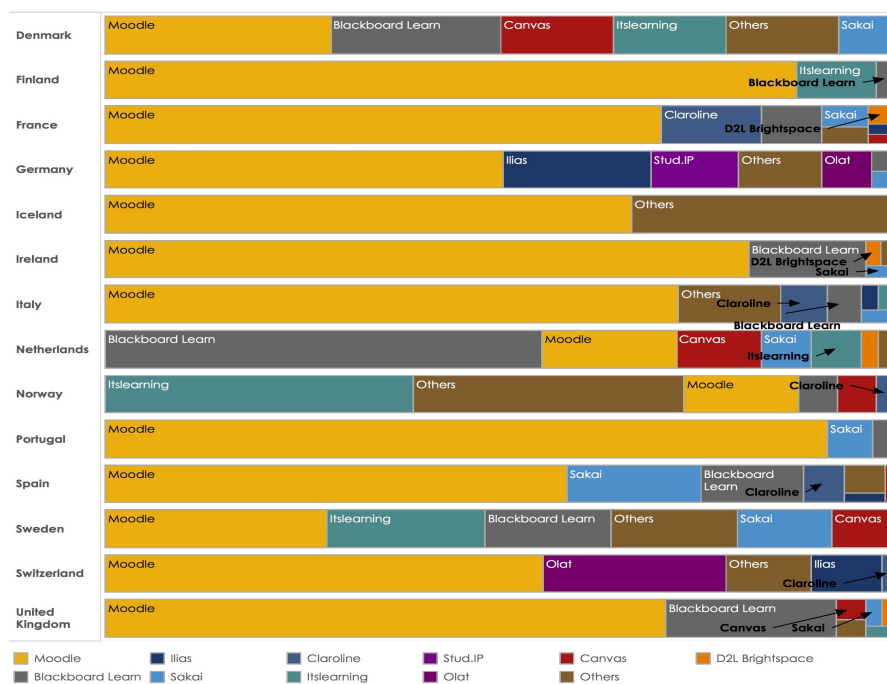


Figura 1.1: Distribución LMS 2016 en instituciones de educación superior. [34]

cursos y sobre todo se afianzan nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje [2] [5]. A su vez, los LMS aumentan la participación de los estudiantes matriculados en estas modalidades, motivados hacia un aprendizaje más efectivo [6] [14]. La figura 1.1 muestra una distribución de los LMS más usados en instituciones de educación superior del año 2016 en Europa, clasificados por país. En España los dos más usados son Moodle [17] y Sakai [23], siendo este último el LMS empleado en la institución objeto del estudio y el seleccionado para los trabajos realizados en esta tesis.

La implantación de LMS se ha extendido a un 99% en las universidades, siendo utilizadas por un 85% de usuarios, llegando incluso a un uso diario del 56% [21] [38]. A pesar de estos índices de uso tan altos, la percepción de los usuarios es la de no aprovechar todas sus funcionalidades, relegando su uso a las herramientas más básicas [40] [37]. Por tanto, serían necesarias directrices que permitan explotar al máximo las capacidades que ofrecen estos entornos, con recomendaciones personalizadas a los usuarios. Por ejemplo, si un alumno tiene que realizar una tarea, el LMS debería sugerirle acceder previamente a los recursos específicos asociados a dicha tarea y a aquellos foros que traten temas o dudas relacionados directamente con la misma. Otra posible recomendación, en este caso para los docentes, consistiría en que al programar exámenes en el LMS la plataforma, a su vez, le sugiriera al profesor la planificación de una videoconferencia previa al examen para la resolución de posibles dudas.

Tras un reconocimiento inicial entre las plataformas LMS más integradas en las universidades, se ha realizado una evaluación de sus módulos de monitorización de usuarios. A pesar de que la información proporcionada en los informes generados

permiten evaluar la actividad de los usuarios, estos presentan grandes deficiencias en el modo de representar dicha información. La falta de organización y estructura de los datos, dificulta el seguimiento de la actividad realizada por los usuarios e imposibilita ofrecer informes de seguimiento, fácilmente interpretables a tiempo real y con el nivel de detalle necesario [36].

La ausencia de herramientas que interpreten automáticamente los datos generados a través de los eventos de un LMS, como se indica por ejemplo en [27] [19], genera nuevas necesidades, debido a la imposibilidad de encontrar fácilmente correlaciones entre el conocimiento adquirido sobre el uso de LMS y predicciones de comportamiento de los usuarios. En este caso, se pone de manifiesto la necesidad de modelos capaces de ofrecer recomendaciones de los contenidos y servicios que ayuden, tanto a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, como a los docentes en la selección de metodologías para la gestión de sus asignaturas y de este modo, definir un comportamiento proactivo en ambos casos. En la actualidad, esta carga de trabajo se desplaza a los profesores, quienes deben buscar cualquier posible correlación entre los indicadores de uso y los resultados de los estudiantes de una manera manual y costosa [7] [43].

Siguiendo esta línea de trabajo, el análisis de datos en el ámbito educacional debe centrarse en la búsqueda de soluciones para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta todos los roles implicados. Se debería englobar tanto el comportamiento de estudiantes como del profesorado en los LMS. Actualmente, este análisis únicamente se centra en la monitorización de las actividades en el LMS realizadas por el perfil de usuario estudiante, con la finalidad de encontrar posibles soluciones para la mejora de los resultados académicos [22], poniendo de manifiesto la carencia de realizar un plan de actuación paralelo para los docentes. La monitorización conjunta de los eventos generados por ambos perfiles posibilitaría crear estrategias educativas que permitan personalizar la actividad formativa, mejorar los entornos de enseñanza-aprendizaje acorde con las necesidades de los usuarios y crear nuevos modelos educativos que mejoren la interacción entre profesores y estudiantes.

Supone un desafío utilizar técnicas que modelen computacionalmente el conocimiento adquirido en las fases anteriores y creen informes personalizados que ofrezcan servicios de recomendación distinguiendo perfiles de usuario. Asimismo, se crean nuevas oportunidades basadas en el modelado de los datos a través de sistemas basados en conocimiento siguiendo técnicas apropiadas para entornos colaborativos, que registran un gran volumen de datos y eventos generados por los usuarios. Por tanto, la semántica de estos datos y eventos podría ser capturada y utilizada como entrada en un sistema sensible al contexto integrado en cualquier LMS [33] [44] [46] [42] [13]. Estos modelos se sirven de especificaciones sintácticas y semánticas formales que modelan el lenguaje, utilizando reglas de inferencia para extraer conocimiento experto y poder obtener un lenguaje formal que permita generar recomendaciones de forma automática. Una de las principales alternativas es poder ofrecer servicios de personalización y recomendación basados en el uso de ontologías [26], permitiendo la extracción de conocimiento, que podrá ser procesado e intercambiado por aplicaciones software.

Uno de los propósitos de esta tesis doctoral es el diseño de un modelo semántico para Sakai que mejore las carencias detectadas en el análisis del LMS, donde los indicadores

de seguimiento respecto al profesorado no están desarrollados en las herramientas de monitorización, siendo por tanto necesario crear nuevas herramientas y métodos que ayuden a analizar el comportamiento del profesorado. Para la integración de Sakai con un modelo semántico, se propondrá una ontología llamada OntoSakai, capaz de generar perfiles de los usuarios, destinados a personalizar el uso de herramientas de LMS y recomendar recursos para alcanzar el beneficio óptimo, tanto para el ámbito docente, como para el proceso de aprendizaje dirigido a los estudiantes.

Con el fin de detectar las carencias en el comportamiento del profesorado, otro de los propósitos de esta tesis se centra en realizar un análisis del comportamiento de los docentes en Sakai, estudiando sus eventos generados y el uso de las diferentes herramientas en un intervalo de tiempo. Se han utilizado los informes generados a partir de la herramienta *Estadísticas* integrada en Sakai aplicando E-learning analytics (analítica del aprendizaje online) [41]. Se trata de un campo de estudio emergente donde se sintetizan y estudian conexiones entre técnicas educacionales, conceptos de enseñanza-aprendizaje y análisis de datos, teniendo en cuenta todos los roles implicados en el proceso.

Consideramos para la analítica del aprendizaje el siguiente conjunto de términos [47]:

- **Analítica Académica (Academic Analytics) AA**, campo de estudio donde se analizan y procesan los datos recogidos de LMS para postular soluciones y mejoras en proceso de aprendizaje, en el que únicamente se tiene en cuenta el perfil del estudiante.
- **Analítica del Aprendizaje (Learning Analytics) LA**, tratamiento de los datos para obtener información y descubrir conexiones sobre los estudiantes, profesores y proceso de aprendizaje, con el fin de crear recomendaciones que mejoren dicho proceso.
- **Analítica Visual (Visual Analytics) VA**, utiliza interfaces visuales que muestran los resultados obtenidos en el razonamiento analítico. De este modo, visualizando los datos es más sencillo analizar los resultados, permitiendo a los usuarios descubrir nuevas relaciones, posibles irregularidades, cambio de patrones, etc.

En la aplicación de E-learning analytics para la medición de estilos de enseñanza, las técnicas más usadas son encuestas de satisfacción a los estudiantes y el análisis de los módulos estadísticos integrados en los LMS. Estos instrumentos por separado no aportan una visión global y objetiva de la actividad de los usuarios en los LMS. De hecho, como refleja [18], en la mayoría de los casos se utilizan cuestionarios o se proponen modelos de herramientas que no llegan a ser desarrollados y siempre basados en la recomendación de nuevas estrategias en el uso de LMS para los estudiantes. Por otro lado, la falta de herramientas de VA aplicadas a LA abre una brecha en el análisis de LMS, dificultando la explotación de los datos recogidos de sistemas de gestión de enseñanza-aprendizaje. Hasta donde sabemos actualmente, no existen

técnicas de VA aplicadas a ámbitos educativos, mientras que si hemos encontrado métodos y herramientas desarrollados para otras áreas, tales como análisis de datos de movimiento, geolocalización, o cartografía [8] [3].

Los resultados recogidos del análisis de los informes generados por Sakai están enfocados a monitorizar la actividad generada por los estudiantes. Los resultados obtenidos no proporcionan un nivel de información suficiente sobre las actividades pendientes, ni seguimiento del profesor (número de foros sin responder, tareas sin corregir, etc.), ni tiempo de respuesta en las distintas actividades (tiempo medio que tarda el profesor en responder un foro, tiempo medio que emplea en corregir una tarea, etc.), entre otra información de interés. Otro de los problemas detectados es que no permiten una supervisión global del estado de una titulación o curso que ayuden al responsable a tener una visión general, lo que obliga a una revisión aislada por asignatura, siendo este un proceso tedioso y repetitivo. En consecuencia, sería necesario el desarrollo de herramientas que permitan generar informes con los que suplir las carencias detectadas y monitorizar la actividad del profesorado.

En esta tesis doctoral se desarrolla una herramienta web denominada OnlineData, integrada en nuestro LMS de estudio. Se trata de una herramienta software propia, con una interfaz amigable para la monitorización del profesorado, adaptada a la metodología seguida y apoyada en técnicas de LA, VA y métricas e-learning [28]. Este entorno es capaz de embeber los diferentes eventos generados por los docentes en Sakai y reportar informes personalizados con el máximo nivel de detalle, donde se recogen por ejemplo: tiempos de respuesta, frecuencia de uso de herramientas colaborativas, número de conexiones, etc. OnlineData proporciona técnicas visuales que ayudan a la monitorización del profesorado, identificando posibles incidencias en la utilización de LMS, con la finalidad de poder realizar propuestas de mejora en el uso de herramientas en entornos de enseñanza-aprendizaje.

Gracias al uso de OnlineData que permite tener una visión objetiva y detallada de la actividad del profesorado en Sakai y junto con la realización de encuestas a los docentes que proporcionan una visión subjetiva, es posible seguir avanzando en la investigación del comportamiento del profesorado en LMS. Contrastando ambas visiones, es posible ofrecer recomendaciones para mejorar la metodología aplicada y poder detectar posibles carencias en el desempeño diario de los LMS. Esta tesis doctoral sugiere nuevos hábitos para la utilización de Sakai y se proponen nuevas estrategias docentes que ayuden a mejorar la experiencia de uso y los resultados académicos que en un futuro podrán completar nuestro modelo semántico OntoSakai.

Por lo tanto, esta tesis pone de manifiesto la necesidad de crear nuevos modelos basados en conocimiento adaptados a LMS y el desarrollo de herramientas que ofrezcan una visión global, con la finalidad de alcanzar metodologías óptimas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## 1.2 Motivación y Objetivos

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y la motivación global de esta tesis doctoral, se han definido tres objetivos a satisfacer, que sirvieron de guía para el desarrollo de la tesis.

### **Objetivo 1:**

Utilizar la Web Semántica en un LMS como modelo basado en conocimiento para la recomendación de buenas prácticas docentes.

**Objetivos Específicos:** Para el proceso de desarrollo del modelo basado en conocimiento debemos:

- Diseñar una ontología que permita capturar la semántica de las herramientas fundamentales en plataformas LMS.
- Desarrollar una ontología que pueda capturar los perfiles de usuarios, tanto de profesores como de estudiantes.
- Definir reglas de conocimiento experto que permitan inferir de manera automática, recomendaciones y estrategias que ayuden a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en plataformas LMS.

### **Objetivo 2:**

Analizar modelos de comportamiento del profesorado en LMS.

**Objetivos Específicos:** Para estudiar comportamientos comunes e identificar posibles patrones en el uso de LMS por parte del profesorado debemos:

- Analizar los datos de uso de las diferentes herramientas disponibles en Sakai, identificando necesidades potenciales del profesorado.
- Categorizar los resultados del estudio diferenciando la modalidad de enseñanza y área de conocimiento.
- Desarrollar una herramienta visual que genere informes fácilmente interpretables y personalizados para el seguimiento de actividad docente en LMS.
- A partir de las relaciones identificadas detectar incidencias metodológicas en el proceso docente.

### **Objetivo 3:**

Mejorar el proceso de interacción y seguimiento de coordinación docente en LMS.

**Objetivos Específicos:** Para el proceso de mejora de monitorización del coordinador debemos:

- Desarrollar una encuesta dirigida a los docentes, donde se evalúe la percepción propia de uso en Sakai y de este modo poder realizar un análisis subjetivo del comportamiento en LMS.
- Con la ayuda de la herramienta software OnlineData, obtenida en el objetivo 2, estudiar los resultados en el proceso de seguimiento de la actividad docente desde una visión objetiva.
- Contrastar los resultados obtenidos en las evaluaciones objetivas y subjetivas para poder identificar posibles incidencias en el uso de LMS por parte del profesorado.
- Realizar propuestas de mejora en el uso de herramientas LMS dirigidas al profesorado, basadas en las deficiencias detectadas en los resultados obtenidos.

## 1.3 Organización de la Tesis

Esta tesis está presentada bajo el esquema de compendio por publicaciones, el cual establece ciertos requerimientos en cuanto al contenido que este trabajo ha de recoger. Según la normativa vigente es necesario una introducción general y una fundamentación al compendio de publicaciones, en la cual se justifique la unidad temática de las mismas que corresponden al capítulo 1.

A continuación, el capítulo 2 recoge una copia completa de los tres artículos publicados, ordenados cronológicamente, los cuales conforman el compendio de la misma y describen gran parte del trabajo desarrollado en el marco de esta tesis.

El artículo presentado en la sección 2.1 con título “OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling” diseña un modelo semántico mediante una ontología llamada OntoSakai, capaz de ofrecer servicios de recomendación personalizados para los distintos perfiles de usuario en LMS. Consta de cuatro sub-ontologías que engloban las diferentes áreas del proceso de enseñanza-aprendizaje: competencias, perfiles de usuarios, contenidos y herramientas integradas en Sakai, ofreciendo una clasificación semántica de los elementos en un LMS. Este modelo permite realizar procesos de inferencia sobre el comportamiento de los usuarios para poder obtener nueva información y ofrecer recomendaciones.

El artículo presentado en la sección 2.2 con título “Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje - A tool for monitoring lecturers’ interaction with Learning Management Systems” propone la herramienta OnlineData para monitorizar la actividad del profesorado en LMS, siendo capaz de presentar los datos obtenidos aplicando técnicas de E-learning analytics que permiten conseguir una interfaz amigable y fácilmente interpretable por los usuarios. Gracias a la utilización de los datos generados por la interacción de los usuarios en la plataforma, se pueden descubrir puntos críticos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y facilitar el seguimiento supervisado por los responsables de coordinar la labor del profesorado.

El artículo presentado en la sección 2.3 con título “Analysis and evaluation of lecturers’ activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perception” compara los resultados del uso real de LMS y las interacciones con sus diferentes herramientas integradas con la percepción subjetiva de uso del profesorado, con el fin de detectar posibles incidencias, comprobar las herramientas con mayor utilidad y evaluar su grado de complejidad. Estos indicadores representan una valiosa información para los responsables de coordinación, ayudándoles a detectar y resolver las deficiencias en las metodologías utilizadas. Los resultados de ambos métodos permiten comparar y analizar las diferentes modalidades de aprendizaje. Gracias a los resultados obtenidos en estos dos últimos artículos, se definen factores de corrección en el uso de los LMS para la mejora del proceso de enseñanza, que podrán ser incluidos en nuestro modelo semántico OntoSakai.

El capítulo 3 muestra los resultados obtenidos durante la elaboración de esta tesis, las conclusiones derivadas de los mismos y posibles vías futuras, incluyendo por último los datos relativos a la calidad de las publicaciones. Este capítulo está subdividido en



los siguientes apartados: la sección 3.1 incluye un resumen global de los resultados obtenidos, con una discusión de los mismos. En la sección 3.2 se incluyen futuras líneas de investigación en base a esta tesis doctoral. En la sección 3.3 se muestran los datos relativos al impacto de las revistas en los que los trabajos de esta tesis han sido publicados, para dar indicios sobre la calidad y relevancia del presente trabajo.

Por último, el capítulo 4 incluye la bibliografía de este documento. La sección 4.1 enumera los trabajos referenciados en este manuscrito y la sección 4.2 muestra la lista completa de los trabajos realizados durante el periodo de esta tesis y que son el resultado de la misma.



## Capítulo 2

### Artículos que componen esta tesis doctoral.

#### 2.1 OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling

<b>Título</b>	<i>OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling</i>
<b>Revista</b>	Expert Systems with Applications
<b>Volumen</b>	42(15-16)
<b>Páginas</b>	5995–6007
<b>Año</b>	2015
<b>DOI</b>	10.1016/j.eswa.2015.04.019
<b>Estado</b>	Publicado



Contents lists available at ScienceDirect

## Expert Systems with Applications

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/eswa](http://www.elsevier.com/locate/eswa)



# OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling



Andrés Muñoz<sup>a</sup>, Joaquín Lasheras<sup>a,b</sup>, Ana Capel<sup>a</sup>, Magdalena Cantabella<sup>a</sup>, Alberto Caballero<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Católica San Antonio, Murcia, Spain

<sup>b</sup>Centro Tecnológico de las Tecnologías de la Información, Murcia, Spain

### ARTICLE INFO

Article history:  
Available online 22 April 2015

Keywords:  
Learning Management Systems  
Automatic recommendation  
User profiling  
Context-aware  
Ontologies

### ABSTRACT

This paper proposes recommendation services and user profiling features in Learning Management Systems (LMS) by means of a semantic intelligent system combining context information and expert knowledge. LMS users' context is represented through an ontology model called OntoSakai. It consists of four ontologies parceling different areas of the learning process: competences, users' profiles, learning tools and semantic classification of the elements in an LMS. Thus, we provide a standardized common vocabulary about LMS elements and academic tasks developed within these platforms. This model also enables inference processes about the behavior of LMS users. Indeed, our system incorporates an extensible set of expert rules to offer recommendation and user profiling services. This combination of context information and expert knowledge could be easily integrated with other systems in the academic world in order to promote the interoperability between them. Specifically, in this paper we integrate our proposal into Sakai, a well-known LMS for university-level. As a result of this integration, OntoSakai is able to generate users' profiles aimed at personalizing the use of LMS tools and to recommend resources to reach the optimum benefit in both lecturing and learning. As a proof of concept, a real case often detected in online students is shown as a running scenario where the services offered by OntoSakai could help them to improve their experiences and academic results.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

## 1. Introduction

Learning Management Systems (LMS) have consolidated themselves as a flexible and dynamic tool for university-level learning worldwide in the last years. They are defined as a working environment for supporting content management and academic processes to both on-site and online students and lecturers. The increasing use of this kind of environment is allowing for a better academic training as well as an improvement of learning quality and cost (Kurt, 2011; Maldonado, Khan, Moon, & Rho, 2011). Despite all these advantages, some studies show that there are still several challenges to face before building complete and successful LMS environments. These challenges emerge mainly due to lack of knowledge about experiences and predilections of the myriad of students and lecturers that use LMSs with different abilities, preferences and working style (Bhuasiri, Xaymoungkhoun, Zo, Rho, & Ciganek, 2012; Chen, 2009; Sun, Tsai, Finger, Chen, & Yeh, 2008).

Although different types of use indicators are available in most LMSs, the absence of tools to automatically interpret such information shifts this burden of work to lecturers, who must search for any possible correlation among use indicators and students' results in a tedious and handcrafted manner.

As a result of the aforementioned studies, two aspects are highlighted as the most immediate and affordable when improving an LMS: *personalization* and *recommendation*. On the first hand, personalization in LMS is focused on the adaptation of learning resources and services according to the students' real needs (Peter, Bacon, & Dastbaz, 2010). There are different (but non-exclusive) alternatives to achieve this personalization (Nadolski et al., 2009): content adaptation, browsing-centered, customized interfaces (especially for disabled people), and device-dependent interfaces. On the other hand, an LMS should also show a proactive behavior, namely to be able to recommend contents and services both to students – in their learning process – and lecturers – in their decisions on the course management (Heinrich, Milne, & Moore, 2009; Silva, Neto, Júnior, & Carvalho Muniz, 2012). As an example, an LMS with personalization and recommendation capabilities could be very useful when a student receives poor grades in a subject. In that case, the LMS could offer personalized

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [amunoz@ucam.edu](mailto:amunoz@ucam.edu) (A. Muñoz), [jlasheras@ucam.edu](mailto:jlasheras@ucam.edu) (J. Lasheras), [amcapel@alu.ucam.edu](mailto:amcapel@alu.ucam.edu) (A. Capel), [mmcantabella@ucam.edu](mailto:mmcantabella@ucam.edu) (M. Cantabella), [acaballero@ucam.edu](mailto:acaballero@ucam.edu) (A. Caballero).

assignments to help her identify her mistakes and recommend new contents to reinforce her knowledge.

One of the main alternatives to cope with the enhancement of LMS through personalization and recommendation services is based on context modeling by means of ontologies (Nganji, Brayshaw, & Tompsett, 2011; Srimathi, 2010; Teo & Gay, 2006; Yu, Nakamura, Jang, Kajita, & Mase, 2007). They enable formal and shared descriptions of terms related to LMS, which can therefore be processed and exchanged by software applications. Moreover, they allow the extraction of implicit knowledge derived from the classification and restrictions modeled in the ontology. All in all, ontologies are essential in a scenario where the semantic information should be taken into account. As the LMS records a large volume of data and events generated by the users, the semantics of such data and events could be captured and used as input in a context-aware system integrated into any LMS.

In this paper we follow the research line based on context modeling through ontologies as a solution to offer personalization and recommendation in LMS. In particular, we first study what tools are the most frequently used in these environments and what events are usually generated by these tools. Then we define an LMS ontology based on these indicators and combine it with a profile ontology and a competence evaluation ontology from our previous work (Cantabella, Muñoz, & Caballero, 2013). As a result, we obtain a knowledge model named OntoSakai able to represent semantic information about LMS components, students' and lecturers' profiles and academic results. Based on such a model, we define several expert rules aimed to build personalization and recommendation services. As a proof of concept, we integrate our context-aware system into Sakai,<sup>1</sup> a well-known LMS which is currently being used in our University.

The main contributions of this paper are threefold: (i) a study about the available LMS tools and events and how they relate most frequently to each other; (ii) an ontology to represent the main LMS concepts such as resources, assignments, announcements, discussion forums, etc. and their relationships; and (iii) a context-aware system composed of a knowledge model resulting of combining the aforementioned LMS ontology with profile and competence evaluation ontologies and expert rules aimed to offer personalization and recommendation services to LMS users. In this manner, it is possible to build an expert system by combining context information and expert rules since the semantic knowledge representation and the rule-based inference process associated to it enable simulating lecturer/student decision-making. For example, classification of students as participative/inactive or to recommend a student to read a related document when doing a home assignment could be automatically performed by our system as a lecturer would do during the course. Moreover, these decisions can be justified (i.e., it is possible to obtain arguments supporting a decision) by introspecting the rule chaining process (Muñoz & Botía, 2008). These justifications could be translated into a suitable language in order to explain lecturers/students their assigned profiles or recommendations.

One of the advantages of our proposal resides in the standardization of a knowledge model to represent the available information in an LMS. Thus, this model could be reused and extended for other LMS platforms different from Sakai with little effort (Simperl, 2009). Furthermore, thanks to the ontology alignment process (Ehrig, 2006) it is possible to integrate our ontology with other ontologies employed in the educational area (e.g., as it has been already done in this paper with an ontology about education competencies) or even with ontologies in the pervasive computing or smart environments areas (e.g., to integrate the user's current

location, available devices, etc.) in order to further improve recommendation services. Finally, ontologies allow for other types of reasoning apart from the one based on expert rules used in this paper. As a matter of fact, a useful type of reasoning is ontology validation, which enables detecting contradictions and unsatisfiable concepts, among others.

The rest of the paper is structured as follows: Section 2 takes Sakai as reference to study the most relevant tools and events in LMSs. Section 3 describes in detail the OntoSakai project and the ontologies involved in it. Next, Section 4 explores the use of expert rules defined on OntoSakai to enable recommendation and personalization services. An illustrative running scenario showing OntoSakai in action is shown in Section 5. Section 6 talks about the most relevant proposals related with our work. Finally, Section 7 outlines the conclusions of the paper and some ideas for future work.

## 2. Sakai: an example of LMS

Sakai Collaboration and Learning Environment (Sakai CLE), hereafter Sakai, is one of the most extended LMS used to support teaching and learning activities (Dagger, O'Connor, Lawless, Walsh, & Wade, 2007). It was delivered as an open source platform in the late 2003 by a consortium consisting of the Universities of Michigan, Indiana and Stanford and the Massachusetts Institute of Technology (MIT). Sakai is a free educational software platform distributed under the Educational Community License. Nowadays, it is competing with other similar platforms business, such as Blackboard, WebCT and Moodle. This section explores the most relevant tools (see Section 2.1) and events (see Section 2.2) in Sakai related to our aim of personalization and recommendation.

### 2.1. Sakai tools

In order to guarantee the most frequently functions required by students and lecturers, Sakai provides a set of core tools that are adopted by virtually all institutions using Sakai. Sakai core tools can be grouped as follows:

- Communicative tools: Announcements, Messages, Schedule, News, etc.
- Collaborative tools: Discussion Forum, Wiki, Chat, etc.
- Content tools: Resources, Podcast etc.
- Evaluative tools: Assignments, Tests, etc.
- Monitoring tools: Site Stats, My Workspace, etc.

There are also several additional tools, called *contrib* tools, developed by the community and currently in use by many institutions. For example, Big Blue Button<sup>2</sup> is a *contrib* tool that enables universities and colleges to deliver a high-quality learning experience to remote students. In this sense, the proposal presented in this paper may be delivered as a new add-on tool for providing a high-level personalization and recommendation features.

All the available tools are not included in the course sites by default. A specific subset of both types of tools (core and contrib) can be used by lecturers in order to organize, monitor and control the courses in Sakai. Lecturers must orchestrate their courses deciding which, how and when the LMS tools should be used. These tools indicate to the students what type of content is available for each subject, how the individual tasks should be carried out, or the proximity of deadlines for assignments and tests, among others.

<sup>1</sup> <http://www.sakaiproject.org/>

<sup>2</sup> <http://bigbluebutton.org/>

Fig. 1 shows the most frequently used tools at the Virtual Campus of the Universidad Católica San Antonio (UCAM) during the last seven semesters (from 18/12/2010 to 19/06/2014). The LMS activity is estimated considering the numbers of *New/Create* and *Read* events gathered from each tool at the entire Virtual Campus (the most relevant events in Sakai are presented in Section 2.2).

According to Fig. 1, content, collaborative and evaluative tools record the highest activity levels in our Virtual Campus. In this sense, our proposal is centered on the deployment of a new add-on tool to add personalization and recommendation features to the most used LMS core tools. To achieve this we need to obtain the students' and lecturers' context while using the Virtual Campus. In particular, and following the previous indicators of tool usage, this context is acquired from the data and events managed by the most used tools in our Virtual Campus: *Resources* and *Announcements* as content tools, *Discussion Forum* and *Chat* as collaborative tools, and *Assignments* and *Tests* as evaluative tools. The new add-on tool could enhance the experience with LMSs because (1) it makes recommendations based on the previously resources' classification (content tools) and students qualification (evaluative tools) and (2) it offers personalized services through user profiling based on the activity recorded in content and collaborative tools.

Note that because of the low activity in *Wiki* and *Schedule*, these tools are not considered in our proposal. *Messages* is neither included because it manages private information. In future versions, the model could be extended for other tools such as *Blogs*, *News*, *Podcast*, etc.

Next section explains the most frequent events generated by the users while working with Sakai and their importance for profiling information.

2.2. Sakai events

Apart from the context information gathered from Sakai tools, student and lecturer profiling is also an important piece of knowledge to achieve our goal of offering personalization and recommendation services in LMSs. This profiling can be obtained through the events generated by each LMS user (or by the absence of such events). For instance, a student who generates a high number of events in the *Discussion Forum* tool could be assigned a "Forum\_Active" profile. Contrarily, a student who does not submit any task after one month could be assigned a "Task\_Inactive" profile.

All relevant data about user activity within Sakai is gathered in the Sakai Event table. Both core and contrib tools write log events

in this table. Note that it is possible to perform different activities with the same tool, and therefore several types of events are included in the Sakai Event table for the same tool. The main types of events considered by Sakai are the following:

- **Create/New:** it is generated when a new element is created within a given tool (e.g., creation of new assignments).
- **Delete:** it is generated when an element is removed (e.g., deletion of announcements).
- **Revise:** it is generated when a given element is revised (e.g., revision of assignments).
- **Read:** it is generated when participants read a given element (e.g., reading a resource or reading a message in the discussion forum).
- **Response:** it is generated when participants contribute in collaborative tools (e.g., creation of forum thread responses).
- **Submit:** it is generated when students submit their solutions (e.g., submission of tests or assignments).

Table 1 relates the most relevant types of events generated by the most frequently used tools in our Virtual Campus.

The activity Sakai users could be analyzed by means of each type of event generated by them. The Site Stats tool offers two types of reports about the users' activity based on the collected events: (1) predefined reports on different tools or resources, and (2) a customized report based on the combination of the previous ones using a set of predefined interfaces. In this manner, lecturers could analyze relevant information about the behavior of their students in order to improve learning strategies. However, this information is not enough to support the lecturers' decision-making and the personalization of the LMS (Peter et al., 2010).

In some cases, correlations between several metrics about the students' behavior could be considered by lecturers in order to evaluate the effectiveness of a given learning strategy. Unfortunately, although Site Stats offers reports about number of accesses, time of last access, number of downloads of a given

Table 1 Most relevant types of events generated by several Sakai tools.

Tools	Create/ New	Delete	Revise	Read	Response	Submit
Resources	X	X	X	X		
Discussion forum	X	X	X	X	X	
Assignments	X	X	X	X		X
Chat	X	X				
Announcements	X	X	X			
Tests	X	X	X			X

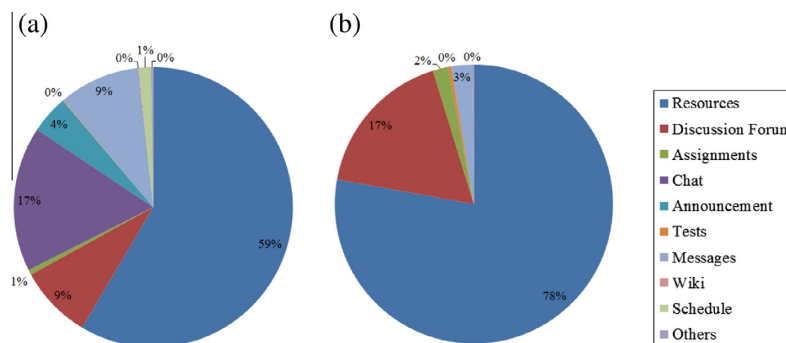


Fig. 1. Sakai tools usage at UCAM during the last seven semesters (from 18/12/2010 to 19/06/2014). The activity is estimated by means of the numbers of (a) Create/New and (b) Read events gathered from each tool.

resource, among others, no information is available about the frequency of access in a specific lapse of time of a given student nor the relationship between the number of accesses and the submission of assignments. Although lecturers can customize the reports obtained from Site Stats, the information in them is static and not processable by other software applications. Thus, these reports cannot be used to provide personalization and recommendation capabilities to LMS environments in an automatic manner as desired in our approach.

In conclusion, Site Stats is only useful when (1) metrics and reports are clearly defined by lecturers or (2) the relationships between several metrics and reports are already foreseen by lecturers. However, valuable knowledge on the users' behavior could be still obtained by directly introspecting the Sakai Event table instead of using Site Stats. Appropriate queries can be sent to the Sakai database management system to get the specific events generated by a particular user in a certain tool. Hence, we can manipulate these raw data with statistical software to measure the level of use of a tool, who has utilized it, correlations among the use of tools, etc. What is more, we can conduct studies on the use and effectiveness of a given tool depending on the course type or the lecturers'/students' capabilities. For instance, the mean submission time in *Assignments* is reduced when Social Sciences students use the Chat tool for solving doubts instead of Discussion Forums, but this assertion does not apply for Engineering students. In future works we expect to discover interesting users' behaviors by applying some data mining techniques over the events generated by LMS users.

### 3. OntoSakai

In order to achieve personalization and recommendation features based on context information within Sakai (or any other LMS), we consider an ontological model called *OntoSakai*. This ontology is used for representing and reasoning about the learning process based on (1) the classification of all educational material

available at Virtual Campus (e.g., resources, assignments, tests, discussion forums, chats, etc.) taking into account their content, suitability and usage, among others, and (2) the user profiling (for both students and lecturers) taking into account the events gathered in the Sakai Event table. In the first place, classification of the material will help students to find required resources more efficiently. It is the baseline to achieve automatic LMS recommendations to students and lecturers. In second place, user profiling also enables recommendations with respect to the type of activity that users perform within the LMS.

*OntoSakai* encompasses several areas of the learning process that are supported by an LMS. Fig. 2 shows a schematic representation of the fundamental parts of *OntoSakai*, highlighting the most relevant concepts in each area. As illustrated in Fig. 2, the model can be divided into several sub-ontologies:

1. *SakaiCoreOnt*, representing the core LMS tools and the elements offered by them, i.e., text resources of a specific course, forum threads, chat messages, etc.
2. *SakaiClassificationOnt*, which is mainly concerned with the semantic classification of all elements in Sakai, namely all the available material of each tool in each course.
3. *OntoCompetence*, which is concerned with the evaluation of students taking into account their learning-results, qualifications on the competences they are expected to acquire in each course, etc. This ontology also defines several concepts required for representing the learning process, such as participants (students or lecturers) and subjects (courses).
4. *SakaiProfileOnt*, which is concerned with the representation of the user profiling information based on the events they produce within Sakai.

When designing an ontology, it is recommendable to follow a methodology that defines the precise steps in the representation of the information. In our work we have selected Methontology (Corcho, Fernández-López, Gómez-Pérez, & López-Cima, 2005), a

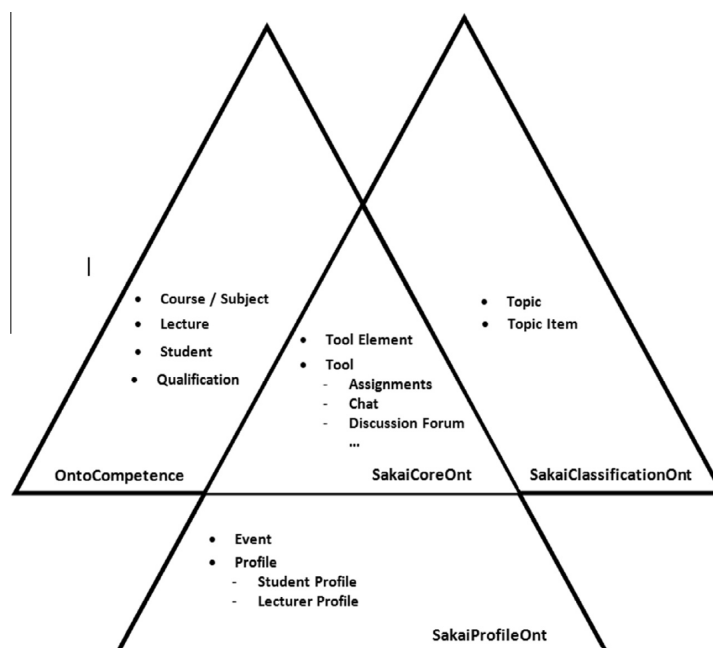


Fig. 2. Illustrative overview of OntoSakai.

methodology proposed for the Foundation of Physical Intelligent Agents (FIPA) (FIPA, 2012). Methontology promotes a life cycle based on evolutionary prototypes that allow adding, changing and eliminating terms in every new version of the ontology. One of its principal features resides in the creation of different levels of ontologies, possibly reusing existing ones. Following this feature, the current version of OntoSakai (composed of the four ontologies shown in Fig. 2) could be extended to include semantic annotations of multimedia resources or tutoring, among others. All ontologies have been developed in OWL (Web Ontology Language) (Dean & Schreiber, 2004), in particular using the OWL-DL (Description Logic) version.

Next subsections focus on the analysis and design of the ontologies that form part of OntoSakai, except for OntoCompetence. This ontology has been already published in our previous work as a general and extensible ontology for conducting competence based evaluation (see details in Cantabella et al. (2013)). As commented before, OntoCompetence represents a common framework for the definition of vocabulary and criteria employed in the evaluation of competences. Additionally, it supports a learning evaluation model following the traditional content-based schema. OntoCompetence is incorporated into OntoSakai in order to provide representation and reasoning capabilities about the relationship between the students' evaluation and the activity they perform within the LMS. Several basic concepts required by OntoSakai (e.g., student, lecturer, subject, qualification, etc.) are defined in OntoCompetence.

### 3.1. SakaiCoreOnt: representing Sakai's core elements

This section explains the components of our model responsible for representing the basic LMS concepts. We define an ontology

named SakaiCoreOnt to represent semantically structured knowledge about the core elements considered in our proposal (see Section 2). In particular, it contains a hierarchical classification of Sakai tools and extends OntoCompetence by reusing knowledge about courses, lecturers and students enrolled in these courses.

The main goal of this ontology is to classify all material available at Virtual Campus. Each element in this ontology could be associated with semantic labels enabling searching and recommendation processes. The semantic labels (so-called *topic items* in this paper) are defined as vocabulary of a domain-dependent topic, which in turn is defined in the SakaiClassificationOnt (it will be detailed in Section 3.2). Therefore, the same material could have different semantic annotations depending on the course it has been published (e.g., a text document explaining the backtracking algorithm could have the semantic labels "Search Algorithm", "Brute-Force Technique" and "Recursive Programming").

SakaiCoreOnt could be also extended in order to offer personalization capabilities based on user profiling. Thus, SakaiProfileOnt extends SakaiCoreOnt capturing the activity of the users within Sakai (this extension will be explained in Section 3.3).

Fig. 3 offers a partial representation of SakaiCoreOnt integrated into the whole OntoSakai model. The most relevant concepts of SakaiCoreOnt are labeled in the figure with the namespace *sco*.

Note that SakaiCoreOnt extends OntoCompetence – whose namespace is *oc* – since several concepts such as *oc:Participant*, *oc:Student*, *oc:Lecturer*, *oc:Subject* and *oc:Qualification* and the relationships among them are already defined in OntoCompetence. As these concepts are necessary when defining the personalization and recommendation services in the LMS, we have reused them from our previous work instead of making a duplication in SakaiCoreOnt.

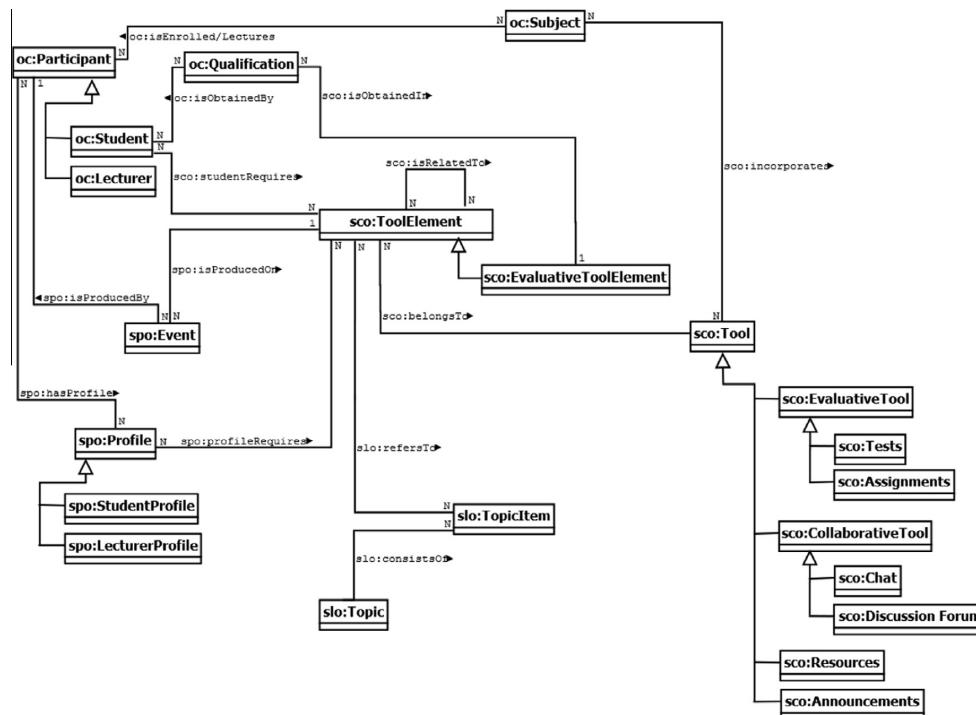


Fig. 3. Partial representations of the ontologies that compose OntoSakai: SakaiCoreOnt (sco), SakaiClassificationOnt (slo), SakaiProfileOnt (spo) and OntoCompetence (oc).



One of the main concepts in *SakaiCoreOnt* is an abstract concept called *sco:Tool*, which contains the common characteristics of all Sakai tools. Two specific groups of tools are considered: *sco:EvaluativeTool* and *sco:CollaborativeTool*. Tests and Assignments tools belong to the first one, whereas Chat and Discussion Forum tools are included in the second one. The rest of tools (e.g., Resources, Announcements, Calendar, etc.) are directly defined as subclasses of *sco:Tool*.

Apart from tools, we need to represent every specific element published in them. For example, text documents or links to Web pages related to a certain course will be included in the *sco:Resource* tool, chat sessions will be contained in the *sco:Chat* tool, forum threads will be associated to the *sco:Discussion Forum* tool, etc. To this end, all these specific elements are represented by the concept *sco:ToolElement*. Observe that any instance of *sco:ToolElement* is related to its corresponding tool through the *sco:belongsTo* relationship. On the other hand, each tool element could be associated to other tool elements for recommending and/or personalizing purposes in two manners. Firstly, an ad hoc association could be directly stated through the *sco:isRelatedTo* relationship. Thus, for example, a thread in a discussion forum could be related to a text document published as a resource. This indicates that such a thread has some kind of relevance (e.g., it explains some concept or corrects some mistakes) with respect to that document. This option is addressed to lecturers and the LMS interface should include an option to allow them to establish such a link between elements. Secondly, association among elements could be automatically inferred by our system thanks to the semantic labels attached to each tool element by means of the *slo:refersTo* relationship. As a result, elements referring to the same topic will be seen as related by the recommendation service. Note that in this case the associations are inferred from the topic that has been given to each tool element, without an explicit statement from the lecturer as in the previous alternative. The definition of a topic and its relationship with the *sco:ToolElement* concept will be explained in Section 3.2.

It is worth mentioning that evaluative tools are related to students' qualifications by means of the relation *sco:hasQualification* and a specific tool element belonging to any evaluative tool (i.e., a particular test or assignment in a course, represented by means of the concept *sco:EvaluativeToolElement*). Finally, the *sco:studentRequires* relationship is defined to allow the representation of potential recommendations of tool elements for a student.

### 3.2. SakaiClassificationOnt: Sakai elements' classification

In order to guarantee the classification of all material available at Virtual Campus, *SakaiCoreOnt* is extended by a new ontology called *SakaiClassificationOnt* (namespace *slo*). It contains several terms and relationships such as *slo:Topic*, *slo:TopicItem*, *slo:consistsOf* and *slo:refersTo* (see Fig. 3).

A topic amounts to an area of knowledge in any university degree. It consists of a set of terms belonging to the specific domain of a subject or course. It is represented in the ontology as a set of semantic labels (*slo:TopicItem*) which are related to the same domain. Once the semantic labels of a topic are defined, they can be associated to any tool element in the Virtual Campus to allow for a semantic search and/or matching of tool elements which take place as a part of the personalization and recommendation services. For example, suppose a text document called "IntroductionDBA.pdf" which is represented in the ontology as a tool element for the tool *Resources* in a DBA (DataBase Administrator) course. In this document, the concept of logic redundancy is explained and it is associated to the semantic label "Logic Redundancy" which in turn belongs to the topic "DataBases" (see left part of Fig. 4). On the other hand, the lecturer has

organized a chat session where she explains the concept of logic redundancy to some students who asked for a tutorial session. This chat session is represented as a tool element associated to the same "Logic Redundancy" semantic label (see right part of Fig. 4). Now, when a new student downloads the chat session to this student in order to get further explanations about the concept of logic redundancy contained in such a document. Observe that the relationships in red in Fig. 4 make possible the semantic annotations of different tool elements with related content. These annotations will be used later in the recommendation process when downloading the PDF document.

In the first version of our proposal, the attachments of a topic item to a tool element are asserted by lecturers through the LMS interface. In future versions we plan to automatically discover these semantic relationships by analyzing the content (i.e., text, audio, video, etc.) of each tool item. Finally, note that each tool element can be associated to one or more topic items by means of the relationship *slo:refersTo*. Several topics could be defined in the same ontology to form a semantic catalog of tool elements.

### 3.3. SakaiProfileOnt: representing user profiling

The main objective of *SakaiProfileOnt* is to support the personalization of the LMS by means of user profiling. *SakaiProfileOnt* is proposed as an integration of several elements of *OntoCompetence* and *SakaiCoreOnt* and a set of new elements representing user profiling based on log events. Fig. 3 shows the main concepts and relationships of *SakaiProfileOnt* labeled with the prefix *spo*.

Events in *SakaiProfileOnt* are represented by the concept *spo:Event*. The different types of events deemed as relevant in Section 2.2 –create/new, read, submit, etc. – are modeled as subclasses of this concept (note that they are not included in Fig. 3 for the sake of simplicity). The ontology captures all events

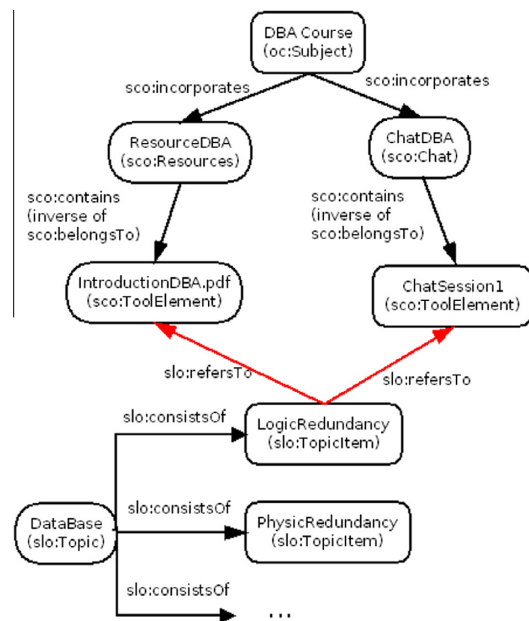


Fig. 4. Instantiation example of *SakaiClassificationOnt* with the topic "DataBase" and semantic annotations for two tool elements with related content. Each ellipse represents an instance of a concept, whose name is given in brackets.

produced by each participant by means of `spo:isProducedBy`. Similarly, the tool element affected by this event is also represented by means of `spo:isProducedOn`.

An event has several attributes to be registered: its ID, timestamp and the number of occurrences it has been generated by the same user on the same tool. Thus, when a type of event is generated by a concrete user in a specific tool for the first time, it is added as an instance to the ontology along with its ID, the first date it has been generated and the number of occurrences set to 1. Subsequent occurrences of the same type of event generated by the same user on the same tool do not add new event instances, but its number of occurrences is increased and new timestamps are added in order of appearance.

An abstract concept called `spo:Profile` is also offered in the model to group the common description of the students and lectures profiles represented by `spo:StudentProfile` and `spo:LecturerProfile`, respectively. Specific profiles inferred for each user are registered as instances of these two classes (e.g., active/inactive students in different tools, good/poor qualification student, etc.) In future versions new profiles to indicate disabilities or special conditions of LMS users will be added to complete the profile taxonomy. Observe that the relation `spo:profileRequires` is defined to represent which tool elements are required by a given user profile. This relation could be used to personalize the elements that users need according to their profiles.

User profiles are built according to the users' behavior in the system. The behavior of each user is analyzed taking into account several indicators such as the tools used in the LMS, the type of the accessed resources, the number of accesses and downloads, or contributions to collaborative tools, among others. Correlations between these indicators must be also considered (e.g., ratio between accesses and resource downloads). In this first proposal, we have attempted to infer user profiles from these indicators through expert rules based on the knowledge elicited from the lecturers in our department (these type of rules will be explained in Section 4.2). However, we have realized that this inference process could be improved in future versions by applying data mining and statistical techniques over the raw data contained in the LMS events table. These techniques will be applied separately from the ontology reasoning process, and the expected results will be different behavior patterns (active/inactive students with respect to different tools, type of actions performed by students, most frequent related tools, etc) that will be then included as instances of the corresponding `spo:Profile` type.

#### 4. Rules in OntoSakai for recommendation and personalization

Once OntoSakai has been defined as explained in Section 3, we can use it to infer recommendations and profiles for the LMS users. To do this, we define a set of expert rules using OntoSakai as vocabulary. These rules have been defined in conjunction with different lectures and students enrolled in on-site and online modalities who belong to the Computer Science Department at UCAM. In particular, we have defined two groups of expert rules according to the type of information inferred about the users: (1) recommendations and (2) profile assignment. Moreover, we have defined a third group of hybrid rules as a result of mixing the two previous kinds of rules in order to provide the system with personalized recommendation based on the user's profile.

A practical implication of combining context information with expert rules is that the system is able to justify the inferred decisions by means of arguments. Justifications could be extracted from the expert rule inference process and translated into natural

language. This is useful for aiding lecturers in elaborating evaluation reports, for example to justify a high mark on participation because the system has classified the student as active in collaborative tools since she has submitted a great number of posts.

Next subsections show the details and some examples of each group of rules.

##### 4.1. Recommendation rules

This type of rules is aimed at giving general recommendations to lecturers/students according to different indicators obtained from the Virtual Campus such as student's qualifications, tool elements with similar content or levels of tool usage. Recommendations could range from visiting forums, chats, etc. to downloading resources related to a failed exam or to a previously downloaded resource. The following rules are shown as examples of recommendation rules included in our system. For the sake of readability, they are expressed in natural language and the first one is expressed in the SWRL-like language (Semantic Web Rule Language (Horrocks et al., 2004)) as used in our proposal (see  $R_1$  in Fig. 5).

**$R_1$ : Resource recommendation for failed evaluations**

If a student  $S$  fails an evaluative element  $E$  and  $E$  refers to the same topic item as a resource element  $L$ , then recommend  $L$  to  $S$ .

**$R_2$ : Resource recommendation for similarity**

If a student  $S$  requires a resource element  $L_1$  and  $L_1$  refers to the same topic item as a resource element  $L_2$ , then recommend  $L_2$  to  $S$ .

**$R_3$ : Tool recommendation for level of usage**

If a tool  $T$  has a high level of usage in a subject  $SB$  and a student  $S$  is enrolled in  $SB$ , then recommend  $T$  to  $S$ .

Observe that rules  $R_1$  and  $R_2$  use the semantic annotations (i.e., topic labels) on the tool elements to recommend a related resource. Note also that the SWRL version of  $R_1$  in Fig. 5 uses a *built-in* (function) to check if a qualification is less than 5, indicating that it is a failed evaluation.

##### 4.2. Profile rules

This group of rules is aimed at assigning profiles to the LMS users according to the types of events they generate during each session. As commented in Section 3.3 we have divided LMS users into student and lecturer profiles. At this moment we have focused only on the formers. In particular, we have defined rules to indicate whether a student is active/inactive in any of the tools included in `SakaiCoreOnt`, namely evaluative tools, collaborative tools, resources and announcements. Next two rules are examples of profile rules. Note that rule  $R_4$  is also defined in Fig. 5 by means of an SWRL-like language.

**$R_4$ : Active-in-CollaborativeTools Profile**

If a student  $S$  generates a high number of events  $E$  on a collaborative tool  $T$ , then  $S$  is assigned an *Active-in-CollaborativeTool* profile.

**$R_5$ : Inactive-in-Resources Profile**

If a student  $S$  generates a very low number of events  $E$  on the resource tool  $R$ , then  $S$  is assigned an *Inactive-in-Resource* profile.

Although the profile assignment can be performed by means of expert rules as shown above, after this work we have realized that due to the huge amount of events available in an LMS there are some other techniques more appropriate for this task. Thus, we

RECOMMENDATION RULES
<p><u>Resource recommendation for failed evaluations:</u></p> <p><math>R_1</math> : <code>oc:Student(?s) ∧</code>  <code>sco:EvaluativeToolElement(?e) ∧</code>  <code>oc:Qualification(?q) ∧</code>  <code>blt:lessThan(?q.value,5) ∧</code>  <code>sco:isObtainedBy(?q,?s) ∧</code>  <code>sco:isObtainedIn(?q,?e) ∧</code>  <code>slo:TopicItem(?t) ∧</code>  <code>slo:refersTo(?e,?t) ∧</code>  <code>sco:ToolElement(?l) ∧</code>  <code>slo:refersTo(?l,?t) ∧</code>  <code>sco:belongsTo(?l,?r) ∧</code>  <code>sco:Resource(?r) ∧</code>  <math>\Rightarrow</math> <code>sco:studentRequires(?s,?l)</code></p>
PROFILE RULES
<p><u>Active-in-CollaborativeTools Profile:</u></p> <p><math>R_4</math> : <code>oc:Student(?s) ∧</code>  <code>spo:Event(?e) ∧</code>  <code>sco:ToolElement(?l) ∧</code>  <code>spo:isProducedBy(?e,?s) ∧</code>  <code>spo:isProducedOn(?e,?l) ∧</code>  <code>sco:belongsTo(?l,?t) ∧</code>  <code>sco:CollaborativeTool(?t) ∧</code>  <code>blt:greaterThan(?e.occurrences,25) ∧</code>  <math>\Rightarrow</math> <code>spo:StudentProfile("Active-in-ColTool") ∧</code>  <code>spo:hasProfile(?s, "Active-in-ColTool")</code></p>
HYBRID RULES
<p><u>Active-in-CollaborativeTools Profile with related tool elements:</u></p> <p><math>R_6</math> : <code>oc:Student(?s) ∧</code>  <code>spo:hasProfile(?s, "Active-in-ColTool") ∧</code>  <code>sco:ToolElement(?l1) ∧</code>  <code>sco:belongsTo(?l1,?t) ∧</code>  <code>sco:CollaborativeTool(?t) ∧</code>  <code>sco:isRelatedTo(?l1,?l2) ∧</code>  <math>\Rightarrow</math> <code>sco:studentRequires(?s,?l2)</code></p>

Fig. 5. Examples of the different kinds of rules defined to infer recommendations, profiles and personalized recommendations based on profiles, respectively.

believe that the use of data mining and statistical techniques could be used to discover a greater number of profiles and we are currently working on this line. The new discovered profiles will be automatically added to `SakaiProfileOnt` without defining new expert rules. In this paper we want to illustrate how some basic profiles can be inferred through expert rules since such profiles are useful to personalize recommendation rules as shown in next section.

#### 4.3. Hybrid rules

Recommendation rules described in Section 4.1 can be refined by adding profile information to offer more accurate guidance. We consider these rules as a third group of hybrid rules that combines some general features obtained from the Virtual Campus with personalized data. Next two rules are examples of hybrid rules. Note that rule  $R_6$  is also defined in Fig. 5 by means of an SWRL-like language.

#### $R_6$ : Active-in-CollaborativeTools Profile with related tool elements

If a student  $S$  has an *Active-in-CollaborativeTools* profile and there is a tool element  $L_2$  related to any tool element  $L_1$  of any collaborative tool, then recommend  $L_2$  to  $S$ .

#### $R_7$ : Active-in-CollaborativeTools Profile with failed evaluations

If a student  $S$  fails an evaluative element  $EE$  in a subject  $SB$  and  $S$  has an *Active-in-CollaborativeTools* profile but the most used tool in  $SB$  is another different tool  $DT$ , then recommend  $DT$  to  $S$ .

Observe that both rules take advantage of the student's profile information on collaborative tools to refine the recommendations. Rule  $R_6$  recommends all the tool elements related to any tool element belonging to collaborative tools (e.g., forum threads, chat sessions) used by the student. Therefore, when any resource, test, announcement, etc. is detected to be related to a forum or chat

where the student actively participates, it is automatically recommended to her as it is expected to be of her interest. The associations between elements considered in this rule are those stated ad hoc by means of the `sco:isRelatedTo` relationship (see Section 3.1). Note that this rule could be also defined using topic items (i.e., semantic labels).

Rule  $R_7$  refines the tools to be recommended when a student fails some evaluation even though she shows to be an active student in collaborative tools. However, it is possible that she is not using the most adequate tool for that specific course. Think for example in a course where most of the questions are solved by means of a videoconference tool. This rule is defined to detect this situation and guide the student to use more appropriate tools.

Finally, it is worth mentioning that at the moment no conflict strategy is needed when two or more rules are simultaneously triggered. Consequently, we consider that all the inferred recommendations and profiles are cumulative for the LMS user.

### 5. Incorporating OntoSakai into Sakai

In order to illustrate all the ideas exposed in the previous sections, here we show how our semantic LMS model could be incorporated into Sakai. In particular, we have chosen a real case often detected in our on-line students as a running scenario. It has been noticed that some very participative students in forums obtain bad qualifications in evaluative tests. The reason seems to be that somehow these students have previously acquired practical knowledge on the subject (e.g., due to work experience) and are able to solve doubts posted in forums, but they do not have a theoretical background. Recommending these students to read the documents containing the theoretical concepts evaluated in each test could be an alternative to solve this problem.

In the rest of the section we will assume that Alice is a type of on-line student as described above who is enrolled in a DBA course. She has a high participation level in forums, but she has failed the first evaluative test with a rank of 3 out of 10. This test is intended to evaluate the understanding of the “logical redundancy” concept in databases, which is explained in a text document named “IntroductionDBA.pdf”. The next paragraphs show how this information is represented in the OntoSakai model (Fig. 6 shows a graphical representation of this scenario in OntoSakai following the notation adopted in Fig. 4).

The initial information related to a course/subject is introduced in OntoSakai as follows. First, for each subject of interest it is queried to Sakai which tools are available on it. An instance of each matching tool is then created in the model. For this scenario we have an instance of `sco:Resources`, `sco:Tests` and `sco:Discussion Forum` concepts in the DBA course, among others, as shown in the rightmost part of Fig. 6. Next, Sakai is queried again to obtain the elements published in each available tool. They are added to the model as instances of the `sco:ToolElement` concept and linked to their corresponding tool by means of the `sco:belongsTo` relationship. Note that the instances *IntroductionDBA.pdf*, *DBAForumOnRedundancy* and *DBATest1* in Fig. 6 are examples of such kind of instances in our scenario. Moreover, *DBATest1* is classified more specifically as an evaluative tool element, since it belongs to the `sco:Tests` concept (the `sco:belongsTo` relationship between these two elements is not shown in Fig. 6 for the sake of readability). Finally, a new query to obtain the students/lecturers participating in that subject is executed. The results are included as instances of the corresponding `oc:Participant` concept and related to the subject. In this case, we have that Alice is a student in the DBA course as shown in the uppermost part of Fig. 6.

Observe that this initial “semantization” of a subject is executed only once when it is introduced in the OntoSakai model. Synchronization methods should be established for modifications in the tools assigned to the subject and updates on tool elements or participants.

The next step consists in the assignment of topic items to the tool elements by the lecturer (and possibly ad hoc relationships among tool elements as well, as explained in Section 3.1). In this scenario, the lecturer creates topic items associated to the topic “DBA” such as the “Logic Redundancy” one shown in Fig. 6. She decides to associate this topic item to the three tool elements aforementioned, namely the evaluative test (*DBATest1*), the .pdf resource (*IntroductionDBA.pdf*) and the forum thread (*DBAForumOnRedundancy*). Both the creation of topic items and their associations to tool elements are managed by means of GUIs following Sakai’s design.

Besides the information explicitly added by the users, every event of interest in Sakai (see Section 2.2) is automatically captured and represented in OntoSakai. For example, Alice’s responses in the forums are represented by means of the instance

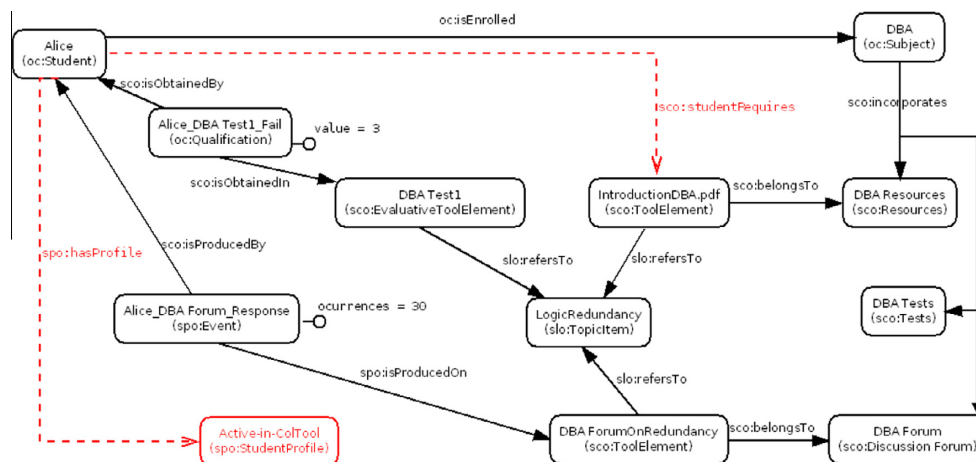


Fig. 6. Instantiation of the main concepts of OntoSakai for representing Alice’s information, an active student with bad results in DBA. Red dashed concepts and relationships are inferred from the OntoSakai model and expert rules.

6004

A. Muñoz et al. / Expert Systems with Applications 42 (2015) 5995–6007

Alice\_DBA\_Forum\_Response in Fig. 6, which also indicates that she has answered 30 times in forums. Likewise, a test submission is represented for this scenario along with its rank by means of the Alice\_DBA\_Test1\_Fail instance (note that this instance belongs to the `oc:Qualification` concept).

Finally, the last step in the integration of OntoSakai is the use of the expert rules defined in Section 4. These rules are loaded together with the model and can be evaluated on-demand or periodically according to the lecturer's preferences (e.g., once per day or per week). The new information is presented to the lecturer grouped by students in order to be validated. It is also possible to configure the system for automatically notifying the inferred recommendations to students by e-mail or the next time they log on to Sakai.

Following our running scenario, rules  $R_1$  and  $R_4$  are fired according to the current information in OntoSakai (see Fig. 5 for the definition of both rules).  $R_1$  concludes that Alice should consult *IntroductionDBA.pdf* as she has failed an evaluative test that refers to the same topic explained in such a resource (observe that the relationship `sco:studentRequires` represents this recommendation in Fig. 6, denoted with a red-dashed line to indicate it has been inferred). On the other hand,  $R_4$  classifies Alice as an active student in collaborative tools since she has surpassed the minimal number of posts in forums for such a classification (see the leftmost part of Fig. 5 showing the inference of the *Active\_in\_ColTool* profile for Alice). This piece of information could be useful for the lecturer when assigning a global mark to that student in case that participation is included as a competence, for example.

Note that the information concluded by rule  $R_4$  could help to fire hybrid rules to give more personalized recommendations. For example, suppose that the OntoSakai model for the DBA subject includes information stating that the videoconference tool is the most used tool in the course. Then, combining the fact inferred by  $R_4$  (i.e., Alice is an active student in collaborative tools) with this information will fire rule  $R_7$  (see Section 4.3) to recommend she to use the videoconference tool better than forums since the former is the preferred tool in this course (and hopefully it could help her to pass the evaluative tests). Note that this last inferred information is not included in Fig. 6 for the sake of readability.

In order to integrate OntoSakai into Sakai we are developing a new contrib module to perform the initial semantization of a subject and synchronization processes. The management of topic items and their assignments to tool elements have been also included in this module. Regarding the capture of events generated in Sakai we have used AspectJ<sup>3</sup> to inject our code to update the OntoSakai model when an event is being processed. Finally, the management of the ontologies that compose OntoSakai and the expert rules has been accomplished by means of an API based on the Jena<sup>4</sup> and Pellet<sup>5</sup> libraries.

## 6. Related works

This section reviews the most relevant LMSs along with the main initiatives to integrate expert systems in LMS and to develop user profiling techniques and ontologies in this area. As it is described below, there is an incipient body of work integrating semantics with LMS to provide them with expert systems features. This indicates us that we are in the correct path to extend LMS with personalized and recommendation services.

**Table 2**

Most relevant Learning Management Systems and their starting year.

Commercial LMS leaders	Open source LMS leaders
Blackboard/Angel/WEBCT (1997)	Moodle (2002)
Desire2Learn (1999)	Sakai (2004)
Pearson's eCollege (2007)	Canvas by instructure (2012)

### 6.1. Learning Management Systems and expert systems

Campus Computing Project's survey conducted in 2013 (Campus Computing Project, 2013) highlights the continuing transition in the higher education market for Learning Management Systems. The survey addresses the leading commercial and open source tools in this area, summarized in Table 2.

The platforms listed here have different tools aimed to the collection of indicators of use and performance, being responsibility of lecturers their interpretation. Thus, we identify a lack of studies of possible correlations between the indicators provided by a specific LMS (e.g., Sakai) to provide tools to assist lecturers in decision-making processes. It would be also desirable to take advantage of the knowledge that, year after year, is generated spontaneously when using an LMS in order to proactively detect behaviors patterns that result in academic or management problems.

Generally, all LMS mentioned above offer several common tools for establishing lecturing strategies or course management (Boneu, 2010). However, none of them provide personalization and/or recommendations services to lecturers and students based on the classification of the available contents/resources and use indicators. Our proposal addresses an initial effort in this direction. In the early stages we require lectures to collaborate by adding "semantic tags" (i.e., the topic items explained in Section 3.1) to the resources available in the course. In next stages analyzers for unstructured data will be employed to automatically annotate resources and data mining techniques will be applied to the massive volume of data gathered each year by LMSs in order to find behavior patterns.

On the other hand, an emergent body of work is focusing on the importance of combining semantics with expert knowledge to offer recommendation services in LMSs. For example, a very recent communication (Gavriushenko, Kankaanranta, & Neittaanmaki, 2015) remarks the convenience of using semantic-web-oriented technologies to enhance a model of decision support system for LMS. An excellent survey is given in this work where several earlier studies have been identified to extend LMS features through semantic web technologies (e.g., tutoring systems or searching of learning materials previously tagged with semantic information). It proposes an architecture and a knowledge model to develop an incipient intelligent tool for recommendation services in LMSs, but without showing details about the ontology which they are still working on. Authors also use SWRL-like rules to implement recommendation services. No personalization features are included in this work yet. Note that, thanks to ontologies properties, in the future we could integrate our ontology with theirs for interoperability reasons.

There are other works in the literature based on expert systems for enabling particular recommendation services in LMSs. For instance, in Engin et al. (2014) two educational ruled-based expert systems at a private international university are presented, aimed at recommending courses to undergraduate students. An e-learning platform, based on expert systems, is proposed in Özyurt, Özyurt, and Baki (2013) to teach probability at secondary school level and recommending tasks according to the Turkish curriculum for secondary school mathematics course. Finally, there exist other works where problems with the use of e-learning systems are ameliorated using expert systems, especially focused on solving

<sup>3</sup> <http://www.eclipse.org/aspectj/>

<sup>4</sup> <https://jena.apache.org/>

<sup>5</sup> <http://clarkparsia.com/pellet/>

cognitive overload and disorientation problems (Hafidi & Bensebaa, 2013) and on the online problem-solving behaviors of lecturers (Hwang, Chen, Tsai, & Tsai, 2011). Observe that all these works are focused on a particular kind of recommendation service, whereas our proposal presents a general and customizable recommendation tool. Moreover, these works do not take into account the semantic information available in LMSs.

Finally, it is worth mentioning other interesting proposals of recommendation systems for LMSs based on techniques different from expert systems, as for example the use of Web 2.0 Personal Learning Environments (PLEs) (Rahimi, van den Berg, & Veen, 2015), the use of Web services (Barros et al., 2011; Peredo, Canales, Menchaca, & Peredo, 2011), or data mining techniques (Natek & Zwilling, 2014).

### 6.2. User profile management

User profiling has been adopted as the main alternative to provide personalization, adaptation and usability of applications in ubiquitous computing. The main line of research in this area is based on the definition of ontologies for representing profiles (Sutterer, Droegehorn, & David, 2008). However, most of these ontologies are defined ad hoc, and therefore interoperability is not taken into account. It is then necessary to work towards an interoperable system based on ontologies to allow an automatic profile assignment to match the users' requirements and needs. This ontological representation must describe at least models of agents/users in the system, the user's needs and the solutions offered by applications.

Apart from the user profiling representation model, it is also necessary to offer methods to compare the solutions provided and to measure the satisfaction of the solution offered with respect to the identified needs. To this end, it could be applied concepts such as similarity between profiles and requirements for new situations, along with trust and reputation concepts related to the software agents responsible for conducting these assignments (Caballero, Muñoz, Soto, & Botía, 2014; Khosravifar, Bentahar, Gomrokchi, & Alam, 2012). Regarding the concept of similarity, this concept allows selecting an appropriate profile to meet the needs of a user when the agent or software responsible for that selection does not have enough knowledge to execute that task. The similarity values are obtained through the information given by other agents. These values must be properly weighted by the trust and reputation of the agents who supply them (Urbano, Rocha, & Oliveira, 2010).

### 6.3. Related ontologies

Many of the ontologies developed in the LMS area are devoted to the classification of documents and students. Henze, Dolog, and Nejdil (2004) propose a framework for personalized e-Learning in the Semantic Web and show how the description of resources based on ontology language can be utilized for automatic generation of hypermedia structure. This structure allows students to browse documents in an LMS which matches their preferences and needs. Our proposal follows this line, but we extend the semantization of resources beyond of hypermedia documents. Jovanović, Gašević, Knight, and Richards (2007) present a similar approach for learning objects (LO). Their ontology structure is based on a core ontology for LOs that is extended with other knowledge models such as user modeling ontology, domain ontology, and learning design ontology. Based on these ontologies, they develop two tools for lecturers to create learning content adapted to the learner's knowledge and to analyze the quality of the learning content and learning design of the courses they teach. However, although these tools are more advanced than the basic Site Stat tool available in most LMS, they still require a

considerable effort from the lecturer to offer recommendation and personalization to students.

In the literature there are other ontologies mainly focused on the management of exams and tests in LMSs. OntoQue (Al-Yahya, 2014) is an ontology proposed to manage multiple choice question (MCQ) tests. The automatic generation of MCQ items by means of this ontology is evaluated in this paper including relationships to their associated learning objects. Some shortcomings such as the knowledge level and language to be addressed when generating tests are detected in this work. On the other hand, OeLE (Fernández-Breis, Cañavate-Cañavate, Castellanos-Nieves, Valencia-García, & Vivancos-Vicente, 2005) focuses on the development of an ontology for the generation and evaluation of exams on e-learning platforms. OeLe is a high quality tool, covering multiple aspects on exams management within an LMS. However, both proposals do not offer a solution to the students to have better understanding of all the resources, tasks, etc., related to exams in order to provide students with recommendations to prepare such exams.

Gaeta, Orciouli, and Ritrovato (2009) propose an advanced management system for personalized e-learning. This system allows building a collaborative ontology through virtual communities. Its main goal is to organize and keep up-to-date learning resources such as learning object, learning paths, etc. They propose a lifecycle of ontologies to be used without any specific expertise in knowledge engineering. Nevertheless, to get a real user personalization, the system must be capable of profiling it, and this not only includes personal information provided by questionnaires filled during the registration in the LMS (explicit knowledge), but it also must be enriched by observing their behavior and preferences (implicit knowledge).

## 7. Conclusion and future work

Learning Management Systems (LMS) have demonstrated to be a useful tool in learning processes, especially for on-line students, and they are consolidated in most universities worldwide. New advanced features can now be introduced in LMSs aimed at enhancing the experience of students and lecturers with these platforms and even to improve academic results. In this paper we propose an alternative based on semantic technologies to offer recommendation and personalization features in an LMS, namely Sakai.

Firstly, we have made an exhaustive study of the most relevant Sakai's tools and events with respect to the information they provide. This information can be used to capture the necessary semantics to build recommendation and personalization services. We have determined that collaborative tools such as forums and chats as well as evaluative tools like exams are very valuable, together with resources such as text documents. Regarding events, the most important ones to determine users' activity are those of creation, submission and reading.

Based on this study, we have designed an ontology called OntoSakai to model the obtained knowledge and semantically annotate Sakai's users, tools and events. OntoSakai is composed of four subontologies that cover different parts of an LMS: (1) OntoCompetence, focused on competence assessment; (2) SakaiCoreOnt focused on the classification of LMS tools and their content; (3) SakaiClassificationOnt, dealing with semantic annotation of LMS components; and (4) SakaiProfileOnt, aimed at representing users' profiles based on events. OntoSakai enables a formal and exchangeable representation of an LMS that can be used to validate the data contained in it and to infer new information, as for example to identify which collaborative tool is more suitable according to a specific student profile.

In order to implement recommendation and personalization services, we have defined a set of expert rules on top of

6006

A. Muñoz et al. / Expert Systems with Applications 42 (2015) 5995–6007

OntoSakai containing the knowledge elicited from lecturers and students in our department. These rules are designed to infer recommendation for students – as for example those addressed to help students with poor qualifications –, and to obtain student profiles based on the events they generate (or due to the absence of them). Besides, a third group of hybrid rules combining recommendation and profile information is also included to offer more personalized recommendations.

Finally, a real case is used to test the integration of OntoSakai into Sakai as a proof of concept. This test shows how the semantic information flowing through Sakai is captured by our ontology. The different recommendations proposed to a student and how they could improve her learning process are also illustrated in this scenario.

Regarding our theoretical contributions with respect to related works on LMSs in the Expert and Intelligent Systems area, we can summarize them as (1) a classification of the most relevant tools employed in LMSs and the events associated to them; (2) the design of a complete, reusable and extensible ontology using a formal methodology that enables capturing the semantics of all the fundamental elements in LMS platforms according to the previous classification; and (3) the demonstration that it is possible to offer personalized recommendations to improve the experience of LMS users thanks to the inference of new information by means of expert rules defined on top of the ontology. While some related works have partially addressed the study of LMS components and their semantic representation, this paper gives a more comprehensive and complete view in this field. Moreover, to the best of our knowledge, we have not found other works using expert rules to implement hybrid personalized and recommended services in LMSs as in our proposal.

On the other hand, we have identified several limitations and lessons learned. In the first place, we have realized that the definition of users' profiles by means of expert rules is not scalable. This is due to the large number of variables and its possible values that constitute a profile in LMS. Moreover, by using expert rules we need to define profiles before they are detected in the LMS. We propose the use of data mining and machine learning techniques as a solution to automatically detect profiles and then translate them into rules. Another limitation consists in that LMS processes using OntoSakai could have an impact in its performance due to semantic reasoning tasks. This problem is not crucial unless very large volumes of data are to be analyzed and the LMS process requires a real-time response. Eventually, the assignment of semantic labels to LMS elements (text resources, forums, etc.) is responsibility of the lecturers at this moment. It would be desirable to develop a module that automatically extracts semantic labels from these elements by analyzing their content.

As future lines, the most immediate one is the adoption of data mining and statistical techniques to extract patterns of behaviors that will amount to users' profiles. Another interesting line is the use of semantic annotation tools such as UIMA<sup>6</sup> to automatically set the appropriate topic items to any tool element, from text documents to video tutorials or podcasts. In this manner, the intervention of lecturers will not be necessary to annotate tool elements. Finally, we are currently working on completing the integration of OntoSakai into Sakai in order to offer it as a new "contrib" module to the Sakai community.

#### Acknowledgments

This work is partially supported by the Spanish national research project TIN-2011-28335-C02-02, Foundations for the

Development of AAL Services and Applications, through the Bureau of Innovation and Economy, and the research project PMAFI/26/12, funded by the UCAM.

The last author would like to thank to the Ecuadorian Prometeo Project through the Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

#### References

- Al-Yahya, M. (2014). Ontology-based multiple choice question generation. *The Scientific World Journal*, 2014.
- Barros, H., Silva, A., Costa, E., Bittencourt, I. I., Holanda, O., & Sales, L. (2011). Steps, techniques, and technologies for the development of intelligent applications based on semantic web services: A case study in e-learning systems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 24, 1355–1367. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engappai.2011.05.007><<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197611000893>>.
- Bhuasiri, W., Xaymoungkhoun, O., Zo, H., Rho, J. J., & Ciganek, A. P. (2012). Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty. *Computers & Education*, 58, 843–855. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.010>.
- Boneu, J. M. (2010). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC) de la Universidad Oberta de Catalunya*, 4, 36–47.
- Caballero, A., Muñoz, A., Soto, J., & Botía, J. A. (2014). Resource assignment in intelligent environments based on similarity, trust and reputation. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, JAISE*, 6, 199–214.
- Campus computing project (2013). Campus computing survey. WWW page. <<http://www.campuscomputing.net/item/2013-campus-computing-survey-0->>.
- Cantabella, M., Muñoz, A., & Caballero, A. (2013). Ontocompetence: An ontology model to evaluate competence. *AWERProcedia Information Technology & Computer Science*, 3, 411–418.
- Chen, C.-M. (2009). Personalized e-learning system with self-regulated learning assisted mechanisms for promoting learning performance. *Expert Systems with Applications*, 36, 8816–8829. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.026>.
- Corcho, O., Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & López-Cima, A. (2005). Building legal ontologies with METHONTOLOGY and WebODE. In *Law and the semantic web* (pp. 142–157). Springer.
- Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S., Walsh, E., & Wade, V. (2007). Service-oriented e-learning platforms: From monolithic systems to flexible services. *Internet Computing, IEEE*, 11, 28–35. <http://dx.doi.org/10.1109/MIC.2007.70>.
- Dean, M., & Schreiber, G. (2004). OWL web ontology language reference. W3C recommendation W3C.
- Ehrig, M. (2006). *Ontology alignment: Bridging the semantic gap* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- Engin, G., Aksoyer, B., Avdagic, M., Bozanlı, D., Hanay, U., Maden, D., et al. (2014). Rule-based expert systems for supporting university students. *Procedia Computer Science*, 31, 22–31.
- Fernández-Breis, J. T., Cañavate-Cañavate, D., Castellanos-Nieves, D., Valencia-García, R., & Vivanco-Vicente, P. J. (2005). OeLE: Applying ontologies to support the evaluation of open questions-based tests. In *Workshop on applications of semantic web technologies for e-learning*.
- FIPA (2012). Foundation of physical intelligent agents. WWW page. <<http://www.fipa.org>>.
- Gaeta, M., Orციული, F., & Ritrovato, P. (2009). Advanced ontology management system for personalised e-learning. *Knowledge-Based Systems*, 22, 292–301.
- Gavriushenko, M., Kankaanranta, M., & Neittaanmaki, P. (2015). Semantically enhanced decision support for learning management systems. In *2015 IEEE international conference on semantic computing (ICSC)* (pp. 298–305). IEEE.
- Hafidi, M., & Bensebaa, T. (2013). Development of an adaptive and intelligent tutoring system by expert system. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 48, 353–365. <http://dx.doi.org/10.1504/IJCAT.2013.058357><<http://dx.doi.org/10.1504/IJCAT.2013.058357>>.
- Heinrich, E., Milne, J., & Moore, M. (2009). An investigation into e-tool use for formative assignment assessment – status and recommendations. *Journal of Educational Technology & Society*, 12, 176–192.
- Henze, N., Dolog, P., & Nejdil, W. (2004). Reasoning and ontologies for personalized e-learning in the semantic web. *Educational Technology & Society*, 7, 82–97.
- Horrocks, I., Patel-Schneider, P. F., Boley, H., Tabet, S., Groszof, B., Dean, M., et al. (2004). SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML. *W3C Member Submission*, 21, 79.
- Hwang, G.-J., Chen, C.-Y., Tsai, P.-S., & Tsai, C.-C. (2011). An expert system for improving web-based problem-solving ability of students. *Expert Systems with Applications*, 38, 8664–8672. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.072><<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197611000923>>.
- Jovanović, J., Gašević, D., Knight, C., & Richards, G. (2007). Ontologies for effective use of context in e-learning settings. *Educational Technology & Society*, 10, 47–59.
- Khosravifar, B., Bentahar, J., Gomrokchi, M., & Alam, R. (2012). CRM: An efficient trust and reputation model for agent computing. *Knowledge-Based Systems*, 30, 1–16.

<sup>6</sup> <https://uima.apache.org/>

- Kurt, S. (2011). The accessibility of university web sites: The case of Turkish universities. *Universal Access in the Information Society*, 10, 101–110. <http://dx.doi.org/10.1007/s10209-010-0190-z>.
- Maldonado, U. P. T., Khan, G. F., Moon, J., & Rho, J. J. (2011). E-learning motivation and educational portal acceptance in developing countries. *Online Information Review*, 35, 66–85.
- Muñoz, A., & Botía, J. A. (2008). ASBO: Argumentation system based on ontologies. In *Cooperative information agents xii* (pp. 191–205). Springer.
- Nadolski, R., van den Berg, B., Berlanga, A. J., Drachler, H., Hummel, H. G. K., Koper, R., et al. (2009). Simulating light-weight personalised recommender systems in learning networks: A case for pedagogy-oriented and rating-based hybrid recommendation strategies. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12.
- Natek, S., & Zwilling, M. (2014). Student data mining solution knowledge management system related to higher education institutions. *Expert Systems with Applications*, 41, 6400–6407. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2014.04.024><<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417414002462>>.
- Nganjli, J. T., Brayshaw, M., & Tompsett, B. (2011). Ontology-based e-learning personalisation for disabled students in higher education. *ITALICS: Innovations in Teaching & Learning in Information & Computer Sciences*, 10, 1–11.
- Özyurt, Ö., Özyurt, H., & Baki, A. (2013). Design and development of an innovative individualized adaptive and intelligent e-learning system for teaching/learning of probability unit: Details of UZWEBMAT. *Expert Systems with Applications*, 40, 2914–2940. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.008><<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417412012493>>.
- Peredo, R., Canales, A., Menchaca, A., & Peredo, I. (2011). Intelligent web-based education system for adaptive learning. *Expert Systems with Applications*, 38, 14690–14702. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.05.013><<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417411007962>>.
- Peter, S. E., Bacon, E., & Dastbaz, M. (2010). Adaptable, personalised e-learning incorporating learning styles. *Campus-Wide Information Systems*, 27, 91–100.
- Rahimi, E., van den Berg, J., & Veen, W. (2015). Facilitating student-driven constructing of learning environments using web 2.0 personal learning environments. *Computers & Education*, 81, 235–246. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.012><<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131514002322>>.
- Silva, L., Neto, F., Júnior, L., & Carvalho Muniz, R. (2012). Recommendation of learning objects in an ubiquitous learning environment through an agent-based approach. In G. Putnik & M. Cruz-Cunha (Eds.), *Virtual and networked organizations, emergent technologies and tools. Communications in computer and information science* (Vol. 248, pp. 101–110). Berlin Heidelberg: Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31800-9\\_11](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-31800-9_11).
- Simperl, E. (2009). Reusing ontologies on the semantic web: A feasibility study. *Data & Knowledge Engineering*, 68, 905–925.
- Srimathi, H. (2010). Knowledge representation of LMS using ontology. *International Journal of Computer Applications*, 6, 35–38. Published By Foundation of Computer Science.
- Sun, P.-C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y.-Y., & Yeh, D. (2008). What drives a successful e-learning? an empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*, 50, 1183–1202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007>.
- Sutterer, M., Droegehorn, O., & David, K. (2008). UPOS: User profile ontology with situation-dependent preferences support. In *ACHI '08: Proceedings of the first international conference on advances in computer-human interaction* (pp. 230–235).
- Teo, C. B., & Gay, R. K. L. (2006). A knowledge-driven model to personalize e-learning. *Journal on Educational Resources in Computing*, 6. <http://dx.doi.org/10.1145/1217862.1217865>.
- Urbano, J., Rocha, A., & Oliveira, E. (2010). Trust estimation using contextual fitness. In P. Jedrzejowicz, N. Nguyen, R. Howlet, & L. Jain (Eds.), *Agent and multi-agent systems: technologies and applications. Lecture notes in computer science* (Vol. 6070, pp. 42–51).
- Yu, Z., Nakamura, Y., Jang, S., Kajita, S., & Mase, K. (2007). Ontology-based semantic recommendation for context-aware e-learning. In J. Indulska, J. Ma, L. Yang, T. Ungerer, & J. Cao (Eds.), *Ubiquitous intelligence and computing. Lecture notes in computer science* (Vol. 4611, pp. 898–907). Berlin Heidelberg: Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73549-6\\_88](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73549-6_88).



## 2.2 Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje

<b>Título</b>	<i>Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje</i>
<b>Revista</b>	Revista española de Documentación Científica
<b>Volumen</b>	39(4)
<b>Páginas</b>	e153
<b>Año</b>	2016
<b>DOI</b>	10.3989/redc.2016.4.1354
<b>Estado</b>	Publicado

### Contribución del Doctorando

Magdalena Cantabella, declara ser la principal autora y contribuidora del artículo *Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje*.

---

**ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES**

---

**Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje**

Magdalena Cantabella\*, Belén López-Ayuso\*, Andrés Muñoz\* y Alberto Caballero\*

\*Departamento de Grado en Ingeniería Informática, Escuela Politécnica Superior,  
Universidad Católica de San Antonio Murcia, Guadalupe (Murcia)  
Correos-e: {mmcantabella, bayuso, amunoz, acaballero}@ucam.edu

Recibido: 27-11-2015; 2ª versión: 27-05-2016; Aceptado: 10-06-2016.

**Cómo citar este artículo/Citation:** Cantabella, M.; López-Ayuso, B.; Muñoz, A.; Caballero, A. (2016). Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje. *Revista Española de Documentación Científica*, 39(4): e153. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2016.4.1354>

**Resumen:** La interacción en Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) está enfocada principalmente a mejorar la experiencia de uso y resultados académicos del alumnado. Sin embargo, no se debe descuidar la interacción del resto de actores del proceso educativo con estas plataformas, tales como el profesorado y los coordinadores. Este trabajo se centra en la interacción que tiene lugar entre los coordinadores de titulación y un EVA para realizar labores de seguimiento del desempeño del profesorado, especialmente en la modalidad online. Se establecen tres objetivos que guían la metodología seguida: (1) analizar las limitaciones de monitorización del profesorado de los EVA actuales; (2) desarrollar una herramienta de monitorización para superar las limitaciones encontradas; y (3) evaluar empíricamente la herramienta propuesta. Los resultados obtenidos muestran que dicho tipo de herramienta ayuda a los coordinadores a analizar de forma intuitiva y eficiente el estado de las asignaturas de su titulación.

**Palabras clave:** Entornos virtuales de aprendizaje; universidad; evaluación; análisis de métricas; docencia; interacción; e-learning; gestión.

**A tool for monitoring lecturers' interactions with Learning Management Systems**

**Abstract:** Learning Management Systems' (LMS) interaction mechanisms are mainly focused on the improvement of students' experiences and academic results. However, special attention should also be given to the interaction between these LMS and other actors involved in the educational process. This paper specifically targets the interaction of degree coordinators with LMS when monitoring lecturers' performance, especially in an online mode. The methodology is guided by the following three objectives: (1) analysis of the limitations of monitoring lecturers in current LMS; (2) development of software program to overcome such limitations; and (3) empirical evaluation of the proposed program. The results show that this type of tool helps coordinators to intuitively and efficiently analyze the status of the subjects taught in their degree programs.

**Keywords:** Learning management system; university; evaluation; metric analysis; teaching; interaction; e-learning; management.

**Copyright:** © 2016 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution (CC BY) España 3.0.

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante la última década, el uso de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) se ha extendido y consolidado en la mayoría de las universidades de todo el mundo. Estos entornos ofrecen una herramienta de trabajo dinámica y versátil para apoyar la gestión de contenidos, los procesos académicos y el aprendizaje colaborativo tanto para modalidades de estudio presenciales como a distancia. De esta manera, la adopción de EVA por parte de las universidades permite una mejora en la calidad de la enseñanza y en el rendimiento académico (Campus Computing Project, 2013; Maldonado y otros, 2011; Ellis y Calvo, 2007).

En la actualidad existen varios desafíos relacionados con el desarrollo y aprovechamiento óptimo de los EVA que requieren una especial atención. Uno de estos desafíos consiste en aprovechar la información proporcionada por los indicadores de uso de los EVA (conocidos como e-learning metrics) para monitorizar y analizar la interacción del profesorado en estas plataformas con el fin de detectar dificultades y deficiencias en el esquema de trabajo --especialmente en la modalidad a distancia--, ofrecer sugerencias de mejora, o consolidar buenas prácticas (Sánchez y Arrufat, 2015; Bhuasiri y otros, 2012; Delgado y Fernández-Llera, 2012; Steel y Levy, 2009).

La respuesta a este desafío es de especial interés a los coordinadores y/o responsables de facultades o titulaciones, ya que podrán disponer de información que les permita controlar de manera ágil la frecuencia de acceso de su profesorado a la plataforma, si cumple con el plan de trabajo previsto en la asignatura, si se está respondiendo adecuadamente a las necesidades de los alumnos, etc. Aunque la mayoría de los EVA disponen de diversos tipos de indicadores del uso que hacen los profesores de los mismos, la ausencia de herramientas que ayuden a interpretar dichos indicadores deja toda la carga de esta tarea a los coordinadores, que deben, siguiendo un proceso tedioso y repetitivo, buscar posibles deficiencias o carencias en la gestión de una asignatura por parte del profesor (Galán y Mateos, 2012; Retalis y otros, 2006).

De acuerdo con lo anterior, el propósito de nuestro trabajo reside en analizar, diseñar e implementar una herramienta gráfica para el análisis de uso de EVA por parte de los profesores, bajo la hipótesis de partida de que facilitará y mejorará la labor de los coordinadores en el seguimiento del profesorado. De esta manera, a través de una visualización de la información intuitiva y sencilla, los coordinadores podrán detectar rápidamente cualquier carencia en la gestión de una asignatura y tomar

las acciones correctivas que crean necesarias. Para evaluar nuestra propuesta y la experiencia de los coordinadores ante esta nueva herramienta realizaremos encuestas y grupos de discusión en los que se valore la calidad del nuevo tipo de interacción de los coordinadores con los EVA.

Por tanto, los objetivos del presente trabajo giran en torno a las tres líneas siguientes:

- (1) Analizar las limitaciones de los EVA actuales para el seguimiento de la actividad del profesorado.
- (2) Desarrollar una herramienta de monitorización de la actividad del profesorado en un EVA.
- (3) Contrastar empíricamente la eficacia de la herramienta desarrollada para valorar su utilidad de cara a los coordinadores.

En las siguientes secciones revisaremos el estado del arte en el uso de e-learning metrics para la monitorización del profesorado. A continuación describiremos la metodología que hemos seguido hasta desarrollar una herramienta llamada Online-Data centrada en mejorar la interacción y experiencia del coordinador con un EVA para monitorizar el estado de las asignaturas de su titulación. Seguidamente discutiremos el resultado obtenido, finalizando con las conclusiones más relevantes de este trabajo.

## 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Antes de comenzar a describir nuestra propuesta, conviene hablar sobre las herramientas de informe de actividad que nos ofrecen los principales EVA para analizar la interacción con dichas herramientas. Hemos estudiado las siguientes plataformas de código abierto: Moodle (Cole y Foster, 2007), Canvas by Instructure (Canvas LMS, 2015) y Sakai (Sakai project, 2015), siendo esta última en la que nos hemos centrado particularmente al ser la empleada en la institución objetivo del estudio. Todas ellas contienen módulos que permiten generar informes sobre los registros (logins) de usuarios y uso de las diferentes herramientas que tienen asociadas (cantidad de descargas de un recurso, de participaciones en foros, de tareas enviadas, etc.). Sin embargo, estos informes no alcanzan el nivel de detalle necesario que permita al coordinador de una titulación llevar un seguimiento del estado de cualquier asignatura por parte del profesor responsable (Peter y otros, 2010). Nos referimos a información sobre actividades pendientes del profesor (número de foros sin responder, tareas sin corregir, etc.), tiempo de respuesta en las distintas actividades (tiempo medio que tarda el profesor en responder un foro, tiempo medio que tarda en corregir una tarea, etc.), entre otra información de interés. Además, los informes

están diseminados por las diferentes asignaturas, lo que obliga a ir revisando asignatura por asignatura para obtener todos los informes de una titulación en un proceso tedioso y repetitivo.

Hasta donde sabemos, no existen herramientas específicas orientadas al análisis del comportamiento del profesorado en las plataformas de aprendizaje virtual estudiadas que nos permitan un análisis flexible de los datos registrados en dichas plataformas. Actualmente, las herramientas de análisis de actividad están enfocadas al estudio de usabilidad de EVA con la finalidad de alcanzar mejores resultados académicos (Van Leeuwen y otros, 2014; Dodero y otros, 2014), limitadas al rol de estudiante y descuidando el proceso de trabajo del profesorado. En este ámbito, cabe destacar la especificación API de Tin Can (Chiang y otros, 2015), que permite capturar la actividad que generan los alumnos durante el proceso de aprendizaje a distancia obteniendo datos con un formato común e independiente del uso de un EVA en particular, solventando las limitaciones que presenta el estándar SCORM (Sharable Content Object Reference Model) para la creación de contenidos ante las nuevas necesidades tecnológicas (Poltrack y otros, 2012).

También se han revisado las principales métricas e-learning enfocadas a evaluar la carga de trabajo por parte del profesorado según varios organismos de estandarización (Hilera y Hoya, 2010). El primero es OpenECBCheck (ECBCheck, 2015), herramienta que ofrece un esquema de aumento de la calidad para programas e-learning permitiendo una mejora continuada a través de la colaboración y trabajo por comparación entre diferentes organizaciones. Se basa en un conjunto predefinido de criterios divididos en dos sectores (mínimos y excelencia) con unos indicadores identificativos y puntuables a modo numérico para cada uno de ellos, obteniendo un resultado vinculado a cada área que nos permite identificar los sectores potenciales de mejora. Como segundo estándar se ha revisado la normativa UNE 66181 (Hilera González, 2008) donde se especifican las directrices a seguir para la identificación de calidad en herramientas de aprendizaje virtual. Ninguno de los anteriores estándares describe cómo se debe implementar mecanismos analíticos ni herramientas para cuantificar la metodología docente de manera individualizada ni hacen referencia a una interfaz para uso del profesorado/coordinador donde se evalúe su actividad global de trabajo. La normativa que mejor se ajusta a nuestro proyecto es ISO/IEC 19796-1, proporcionando un modelo común que especifica métricas en el ámbito de la tecnología de la información en educación que ayuden a alcanzar la máxima calidad (Pawlowski, 2007).

Finalmente hemos revisado los trabajos relacionados desde el campo de la analítica de aprendizaje a distancia (e-learning analytics). En él se sintetizan y estudian conexiones entre técnicas educacionales existentes, conceptos de aprendizaje y minerías de datos educativas teniendo en cuenta todos los roles implicados en el proceso (Siemens y Long, 2011). En particular nos hemos centrado en el área de la analítica visual, que propone el uso de interfaces visuales para mostrar los resultados obtenidos del razonamiento analítico. Visualizando los datos es más sencillo analizar los resultados, ayudando a los usuarios a descubrir nuevas relaciones, posibles irregularidades, cambio de patrones, etc. El exhaustivo análisis realizado por Gómez-Aguilar y otros (2014) propone un modelo que tenga en cuenta las técnicas de analítica visual en entornos educacionales como complemento tanto al proceso de aprendizaje como al proceso académico desarrollado en esos entornos, sin llegar a desarrollar una herramienta para validar el modelo. Por otro lado, Li y otros (2015) proponen un sistema basado en analítica visual que detecta comportamientos e-learning en estudiantes y descubre factores clave que ayudan a mejorar el proceso educativo como, por ejemplo, la puntuación de exámenes finales y su relación con el número y tiempos de entrega de las tareas propuestas en la asignatura.

La falta de herramientas basadas en analítica visual abre una brecha en el análisis del uso de los EVA, dificultando la explotación de los datos masivos recogidos por estas plataformas. El presente trabajo propone avanzar un paso en la monitorización del profesorado en EVA a través de una herramienta basada en los planteamientos de la analítica visual.

### 3. METODOLOGÍA

Nuestro trabajo se desarrolla en la Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM), donde se imparte un amplio abanico de titulaciones en diferentes modalidades. Se considera como caso de estudio el trabajo docente de grado y posgrado de cuatro facultades: Facultad de Ciencias de la Salud, Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación, Facultad de Ciencias Jurídicas y de la Empresa y Escuela Politécnica Superior, de los cursos de tercero y cuarto en el caso de los grados y en el primer curso en el caso de posgrado, teniendo en cuenta la modalidad a distancia durante el curso 2014/2015. De esta forma, la población total del estudio consta de 6 Grados, 13 Postgrados, 38 Coordinadores (dos por titulación), 200 Profesores, 126 Asignaturas y 86 Materias. En la muestra recogida para la investigación se han seleccionado las asignaturas/materias más representativas de cada

título atendiendo al número de alumnos matriculados. La Tabla I contempla la selección de asignaturas/materias escogidas, el número de profesores de cada asignatura y los alumnos matriculados.

Es importante resaltar que en este estudio hemos empleado Sakai como EVA de referencia, ya que es el utilizado en nuestra institución. Esta decisión no debe interferir en los resultados obtenidos puesto que otros EVA conocidos como Moodle o Canvas tienen prácticamente el mismo conjunto de herramientas para mostrar las estadísticas de uso y se configuran de manera similar. Todos los profesores que imparten en modalidad a distancia han recibido cursos de formación en la propia Universidad, por lo que partimos del supuesto de que tienen las habilidades suficientes para manejar Sakai sin dificultades.

La metodología seguida se divide en tres etapas, las cuales se corresponden con los objetivos definidos en la sección de introducción, a saber: análisis de las limitaciones, desarrollo de la herramienta y evaluación.

### 3.1. Etapa Primera

En la primera etapa se define el proceso que nos ayudará a detectar aquellas carencias que presentan las herramientas de monitorización incluidas en los EVA. Esta etapa se divide en dos fases: la primera establece cómo y qué tipos de datos estadísticos se van a obtener del EVA, mientras que

la segunda está orientada a que los coordinadores establezcan las limitaciones y deficiencias encontradas en los informes generados desde dicho EVA.

#### 3.1.1 Fase 1.1

En esta primera fase se crean informes de actividad de los profesores a través de la herramienta Estadísticas de Sakai, que permite generar distintos tipos de informes predefinidos sobre la actividad de los usuarios seleccionando entre diferentes indicadores. En particular, los indicadores disponibles se dividen en cuatro categorías: (1) Actividad, a seleccionar entre visitas (logins), eventos o recursos consultados; (2) Periodo de tiempo sobre el que se crea el informe; (3) Usuarios sobre los que se crea el informe; y (4) Tipo de informe a mostrar, pudiéndose seleccionar entre distintos tipos de gráficas o tablas.

Los indicadores escogidos para este estudio son: (1) Eventos como actividad a reportar. Dentro de esta opción se señalan todas las herramientas disponibles a analizar (tareas, recursos, foros, anuncios, etc.); (2) Como periodo de tiempo a mostrar se opta por un periodo mensual; (3) Se escoge como usuario el rol «Instructor», que corresponde al profesor o profesores de la asignatura. Es importante indicar aquí que a los coordinadores de cada titulación se les asigna el rol «Instructor Responsable» de cada una de las asignaturas de la titulación. De esta manera pueden acceder a todas ellas y monitorizar periódicamente la actividad ge-

**Tabla I.** Selección de la muestra de estudio

Títulos	Nº Alumnos	Nº Profesores	Curso	Asignatura/Materia
Grado de Psicología	40	2	3º	Neuropsicología
	60	1	4º	Evaluación, Tratamiento y Prevención de Problemas Psicológicos
Grado Comunicación	35	2	3º	Future Media y Gamificación
	24	2	4º	Diseño de Proyectos Abiertos y Colaborativos
Grado en Derecho	85	1	3º	Derecho Procesal III
	68	2	4º	Derecho Financiero y Tributario II
Grado de Ingeniería Informática	32	2	3º	Programación Web
	28	1	3º	Modelado del Software
Máster en Dirección de Empresas	75	3	1º	Entorno socioeconómico y jurídico
Máster Regulación Alimentaria	24	2	1º	Etiquetado nutricional
Máster Ciencias de la Seguridad y Criminología	31	4	1º	La Criminalidad Contemporánea: Delincuencia Organizada y Terrorismo

nerada; (4) En el tipo de informe se selecciona una gráfica por totales de cada evento.

Con los informes generados en este paso se puede valorar el número de eventos que el profesor ha generado en cada herramienta de Sakai, como por ejemplo el número de anuncios publicados, número de tareas corregidas, número de recursos subidos, etc. Hay que destacar que los coordinadores deben generar estos informes uno a uno por cada asignatura de interés, siendo apoyados desde la Unidad de Enseñanza Online para resolver sus dudas. Dichos informes pueden ser exportados a diferentes formatos tales como PDF o XLS.

### 3.1.2 Fase 1.2

En esta segunda fase se les pide a los coordinadores que redacten una lista con los problemas experimentados durante la creación de los informes desde la herramienta Estadísticas y con aquellas métricas de interés que detecten que no han podido ser evaluadas con dichos informes.

Una vez recibida esta información, se establece un sistema periódico semanal de envío a los coordinadores de informes extendidos, los cuales recogen las métricas establecidas en la fase 1.1 y aquellas métricas adicionales identificadas en esta fase. Estos informes extendidos son generados por la Unidad de Enseñanza Online y se muestran en forma de tablas estáticas estructuradas por asignatura para las que se indica el número de profesores responsables, número de alumnos matriculados y herramientas a monitorizar con los valores medidos. Los datos se obtienen directamente de la base de datos del módulo Sakai Events para ser luego presentados en la forma de tabla explicada.

### 3.2. Etapa Segunda

En esta segunda etapa se describe el proceso seguido para desarrollar la herramienta OnlineData, centrada en mejorar la interacción y experiencia del coordinador con un EVA para monitorizar el estado de las asignaturas de su titulación.

La metodología para el desarrollo de la herramienta OnlineData está fundamentada en la Metodología Incremental para desarrollo del Software (Pressman, 1997). Con esta metodología se obtiene un producto basado en un desarrollo iterativo y creciente con toma de decisiones basadas en la experiencia de los productos creados en las iteraciones anteriores. En cada iteración se siguen cuatro fases: Análisis, Diseño, Implementación y Pruebas. En la fase de análisis se recogen los requisitos esenciales de la aplicación desde el punto de vista de los coordinadores. En la fase de Diseño se estudian las tecnologías y métodos más apropiados para conseguir los requisitos demandados. En la fase de Implementación se lleva el resultado del diseño a un software determinado. Por último, en la fase de Pruebas se comprueba que se cumplen los requisitos abordados y se registran los fallos y requisitos todavía no conseguidos para pasar a una nueva iteración.

El objetivo de la herramienta OnlineData atiende a dos requisitos de interacción principalmente: (1) una alta flexibilidad en la selección de las métricas a evaluar, manteniendo un nivel de sencillez en su configuración y (2) una visualización de los valores de dichas métricas para todas las asignaturas de una titulación de manera centralizada, con diferentes niveles de detalle y que permita detectar deficiencias a través de algún tipo de alerta.

Para lograr el primer requisito, OnlineData permite mostrar distintos informes de resultados gracias a la selección previa de los parámetros disponibles en las métricas a evaluar. Se podrán escoger aquellas herramientas de seguimiento a ser evaluadas, tipos de recursos, intervalos de tiempo a visualizar, distintas agrupaciones de resultados y búsquedas por profesor a monitorizar. La Tabla II recoge los principales parámetros de configuración.

Para lograr el segundo requisito referente al análisis visual de las métricas se propone un diseño de interfaces top-down (Patterson y otros, 2014), en el que se muestran las métricas de interés de un nivel más global a un nivel más específico. Así, las

**Tabla II.** Métricas y parámetros configurables en OnlineData

Métricas Configurables	Opciones
Herramientas de Seguimiento	Foros, Tareas, Mensajes privados, Chats y Videoconferencias
Recursos	Audiovisuales, Contenidos y Exámenes
Tiempo	Fecha inicio y fecha fin (En formato dd/mm/aaaa)
Agrupaciones	Curso, Materia, Asignatura
Profesor	DNI, Nombre, Apellidos

interfaces de más alto nivel muestran indicadores de uso de las herramientas para todas las asignaturas de una titulación, mientras que las interfaces de más bajo nivel se centran en la evolución del uso de una herramienta específica en una asignatura concreta.

Siguiendo con este segundo requisito y respecto a la técnica visual para detectar deficiencias, se decide utilizar colores para valorar el nivel de uso de las distintas herramientas y así indicar diferentes tipos de alertas. En particular, se utilizan los colores rojo, naranja y verde para indicar el nivel de alerta, siendo rojo un valor no admisible para la métrica evaluada, naranja un valor límite dentro de los parámetros establecidos y verde un valor admisible dentro de los parámetros establecidos. Además, los rangos de valores para los niveles de alerta de cada métrica son parametrizables por el coordinador, dependiendo de la metodología aplicada y el tipo de asignatura. Por ejemplo, el número esperado de participaciones del profesor en foros no será el mismo para una asignatura presencial que para la misma asignatura en modalidad a distancia. Las métricas y sus correspondientes alertas se mostrarán para cada asignatura y herramienta seleccionada por el coordinador, de manera que obtenga el estado global de su titulación en una sola interfaz.

Para aclarar el uso de colores en la gestión de alertas pongamos como ejemplo la métrica correspondiente al número de foros no leídos por parte de un profesor en la titulación de Psicología a distancia. Así, un número de foros no leídos mayor de 10 se indicará en rojo, si el número es exactamente 10 se marcará en naranja y un número por debajo de 10 se marcará en verde. La Tabla III muestra este ejemplo concreto para tres asignaturas.

Para el desarrollo de la herramienta OnlineData se opta por utilizar el patrón de arquitectura software Modelo Vista Controlador (Pressman, 1997), separando los datos de la lógica de negocio. De esta manera, por un lado se definen los componentes para la representación de la infor-

mación y por otro lado los componentes para la interacción del usuario. Se utilizan tecnologías de programación orientada a objetos, en concreto el lenguaje Java versión 7 con la herramienta de desarrollo Hibernate (Hibernate ORM, 2016). Como framework para gestionar la comunicación entre la aplicación y la base de datos utilizamos Mondrian (Mondrian, 2016). Puesto que la base de datos de Sakai es Oracle 11g, el lenguaje utilizado para la realización de los scripts de consulta ha sido PL/SQL. Finalmente, para modelar el diseño de la aplicación se utilizan hojas de estilo JQuery (JQuery, 2016) y Bootstrap (Bootstrap, 2016). El acceso a la aplicación se va a realizar a través de un navegador web sin necesidad de instalar ningún programa adicional.

### 3.3. Etapa tercera

En esta última etapa se evalúa la validez y eficiencia de las herramientas de análisis utilizadas en las etapas anteriores. Para su evaluación se utilizarán dos métodos empíricos: (1) Grupos de discusión y (2) encuestas de valoración.

En los grupos de discusión se valora la opinión de los coordinadores de las titulaciones y del comité de expertos de la Unidad de Enseñanza Online que han intervenido en el estudio. El grupo de discusión está formado por un total de 18 participantes (14 coordinadores y 4 miembros del comité de expertos). Dicho grupo se convoca al final de cada etapa para generar un informe por cada facultad sobre la valoración de las herramientas presentadas, donde se recogen las ventajas y limitaciones de los resultados obtenidos en cada una de las etapas.

Como segundo método se realizan encuestas de valoración a los coordinadores que participan en el grupo de discusión, obteniendo los resultados de forma cualitativa. Se establecen 4 dimensiones a valorar, que se identifican con los objetivos marcados por la Unidad de Enseñanza Online de la UCAM: (1) utilidad, (2) experiencia del usuario, (3) frecuencia de uso y (4) tiempo de uso. Se proporciona además un valor deseado a alcanzar en cada

**Tabla III.** Ejemplo de alertas para foros no leídos en el Grado de Psicología a distancia

Nombre Asignatura	Nombre Profesor	Publicación Foros
Psicología de la Personalidad	Xxxx	5
Historia de Psicología	Xxxx	10
Antropología Social	Xxxx	35

una de ellas. Las encuestas están compuestas de 7 preguntas de tipo Likert formuladas atendiendo a las dimensiones a valorar indicadas anteriormente (ver Tabla IV). Se establece una clasificación ordinal (Baja, Baja-Media, Media, Media-Alta y Alta) para la evaluación de cada una de ellas. Los coordinadores repetirán las encuestas en tres ocasiones, para la fase 1.1 y fase 1.2 de la primera etapa y para la segunda etapa.

Finalmente se tiene en cuenta la necesidad de realizar una validación cruzada de los datos almacenados en Sakai con los datos mostrados por OnlineData, comprobando en todo momento que existe una correspondencia exacta entre dichos datos.

#### 4. RESULTADOS

Este apartado muestra los resultados para cada una de las etapas definidas en la metodología propuesta en la sección anterior.

##### 4.1 Etapa Primera

###### 4.1.1 Fase 1.1

En esta primera fase de la etapa primera los coordinadores se encontraron una interfaz con varios ítems a definir para lanzar la consulta y generar los gráficos, siendo este proceso repetido para cada asignatura. Así, cada consulta requería acceder a la herramienta Estadísticas de Sakai para establecer la actividad del informe a «Eventos» y seleccionar las herramientas a analizar, el periodo a evaluar como mensual, el tipo de usuario a «Instructor» y la forma de mostrar los datos como gráficos.

Se obtuvo una serie de gráficos para aquellas métricas de mayor interés (por ejemplo, creación de recursos, número de mensajes privados envia-

dos, número de post publicados en foros, etc.). La Figura 1 muestra uno de los informes parametrizados creados con la herramienta Estadísticas de Sakai, recogiendo la evolución del número total de eventos de cada tipo que se generan por un determinado Instructor en el ámbito de una asignatura (sitio en Sakai, anonimizado en la figura para preservar la privacidad) agrupados por la fecha de dichos eventos. A efectos ilustrativos, el informe de la Figura 1 se ha obtenido para 10 días de un periodo de tiempo determinado (nótese que los días sin actividad no aparecen en el informe.). Por ejemplo, para el 8 de Abril se muestra una gran actividad en la corrección de tareas por parte del profesor.

###### 4.1.2 Fase 1.2

Tras analizar los informes predefinidos generados por Sakai, los coordinadores elaboraron una lista con las limitaciones encontradas durante dicho análisis. Las más repetidas y relevantes fueron las recogidas a continuación:

La percepción de invertir demasiado tiempo en ir recopilando los informes asignatura a asignatura, repitiendo una y otra vez los mismos pasos.

La falta de una visión global del estado de la titulación debido fundamentalmente a la forma en que se generan los informes como se indica en el punto anterior.

La imposibilidad de incluir los datos de algunas herramientas tales como Videoconferencias o Chats en los gráficos generados.

La ausencia de métricas relacionadas con el tiempo de respuesta por parte del profesor a mensajes, foros, resolución de tareas, etc.

La escasa flexibilidad a la hora de seleccionar fechas ya que los intervalos están prefijados.

**Tabla IV.** Preguntas de las encuestas clasificadas por las dimensiones establecidas

Pregunta	Dimensión
1. La interfaz resulta amena	Experiencia del Usuario
2. Su manejo es sencillo e intuitivo	Experiencia del Usuario
3. Las métricas a evaluar son las adecuadas	Utilidad
4. Los datos facilitados por la herramienta son fácilmente entendibles	Utilidad
5. La herramienta facilita la tarea de evaluación del profesorado	Utilidad
6. Requiere de poco tiempo completar la evaluación	Tiempo de Uso
7. La herramienta permite revisar con la frecuencia adecuada la actividad del profesorado	Frecuencia de uso

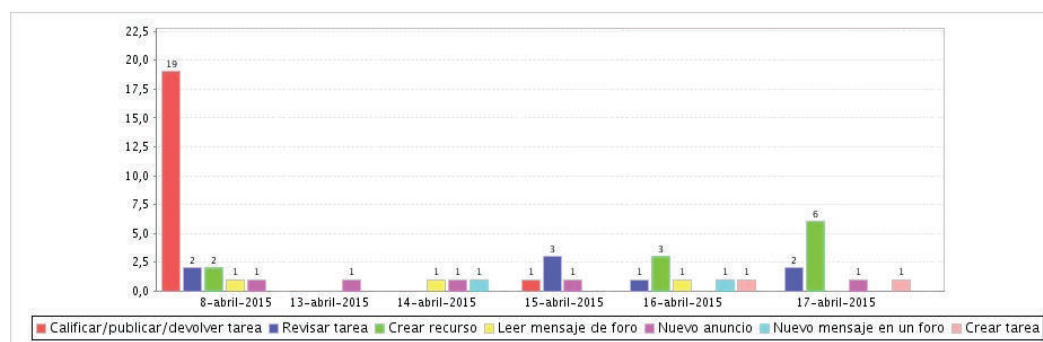


Magdalena Cantabella, Belén López-Ayuso, Andrés Muñoz y Alberto Caballero

**Figura 1.** Informe obtenido mediante la herramienta Estadísticas de Sakai donde se muestra la cantidad de eventos generados por un profesor en una asignatura a lo largo de 10 días

#### Informe

Sitio: "The University Software" (Sakai/OSAKAI)  
 Tipo de actividad: Eventos (Seleccionar por evento)  
 Período de tiempo: 08-abr-2015 0:00 - 17-abr-2015 12:30  
 Tipo de selección de usuario: Rol  
 Rol seleccionado: Instructor Responsable  
 Fecha del informe: 27-abr-2015 12:31



Como resultado, la Unidad de Enseñanza Online generó informes extendidos para dar solución a los comentarios recibidos. Los informes agrupan las asignaturas por curso y por cuatrimestre mediante tablas estáticas. Además de mostrar la información recogida sobre los diferentes eventos de las herramientas a analizar (recursos, foros, tareas, chats, videoconferencias y exámenes), también se muestra el número de alumnos, profesores responsables y conexiones realizadas por dichos profesores. Sobre las métricas de las herramientas cabe destacar que se presentan primero con un valor agregado de todos los eventos relacionados con esa herramienta y en las siguientes columnas aparecen los valores para cada evento individual.

La Figura 2 muestra un ejemplo parcial de un informe extendido generado en esta fase. En una única vista se ofrece un resumen de la actividad del profesorado de varias asignaturas (seis en este caso, anonimizadas para preservar la privacidad de los profesores responsables). Tomando como ejemplo la primera asignatura que aparece en la Figura 2 observamos que tiene un total de 26 alumnos y 6 instructores cuyo número de co-

nexiones totales es de 644. Considerando la herramienta Recursos, vemos que tiene un total de 154 recursos totales, los cuales se descomponen en 4 archivos multimedia (vídeos o audios), 57 documentos PDF, 3 archivos comprimidos, 77 documentos Word y 13 recursos que no se han podido clasificar (como por ejemplo presentaciones en Power Point).

#### 4.2. Etapa Segunda

En esta etapa se describe el resultado del desarrollo de la herramienta OnlineData. Atendiendo a los requisitos establecidos durante la fase de análisis de la herramienta, OnlineData ha sido diseñada para ofrecer distintos niveles de granularidad sobre las métricas recogidas de cualquier herramienta propia de entornos EVA, permitiendo diferentes formas de visualizar la información según la necesidad de los coordinadores. A continuación vamos a explicar las interfaces más relevantes de la herramienta, de la más general a la más específica siguiendo el diseño top-down adoptado. En la Tabla V se incluye un resumen de las interfaces escogidas para mostrar el funcionamiento de la herramienta.

**Figura 2.** Ejemplo parcial de informe extendido de la actividad del profesorado en varias asignaturas, generado por la Unidad de Enseñanza Online

ASIGNATURA	REC. GLOBAL	REC. MULTIMEDIA	REC. PDF	REC. RAR/ZIP	REC. DOC/DOCX	REC. OTROS	FOROS	EXAMENES	CHAT CANALES	VIDEOCONFERENCIAS	ALUMNOS	INSTRUCTORES	CONEX. TOTALES
DESEMPLEO EN DESARROLLO SOCIAL	154	4	57	3	77	13	3	0	1	0	26	6	644
DESEMPLEO EN DESARROLLO Y AGUSTIN	253	1	127	1	94	30	4	0	1	1	26	4	0
DESEMPLEO EN DOCTRINA SOCIAL	86	3	50	0	26	7	1	2	1	2	29	4	0
DESEMPLEO EN EDUCACION PARA SALUD	112	4	56	1	36	15	2	0	0	0	26	6	0
DESEMPLEO EN RELACION DE AYUDA	268	9	47	0	203	9	8	0	2	0	29	4	0
DESEMPLEO EN TECNICAS INVESTIGACION	141	1	95	0	27	18	2	8	0	0	25	5	0
<b>TOTALES</b>	<b>1014</b>	<b>22</b>	<b>432</b>	<b>5</b>	<b>463</b>	<b>92</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>161</b>	<b>29</b>	<b>644</b>

**Tabla V.** Resumen de las interfaces principales de Online Data

Figuras	Nivel de detalle	Descripción	Caso de estudio
Figura 3a	Primero	Interfaz de estado global de la titulación	Profesorado con Buen Desempeño
Figura 3b	Primero	Interfaz de estado global de la titulación	Profesorado con Desempeño medio
Figura 4	Segundo	Interfaz de asignatura específica	Detalle de actividad en la herramienta "Tareas" en una asignatura
Figura 5	Tercero	Interfaz de detalle de una herramienta	Tiempo medio (en horas) de reacción del profesor en "Foros"

La Figura 3 muestra dos capturas de la interfaz principal de OnlineData donde se resume la información sobre dos titulaciones de una de las facultades consideradas en este trabajo. En la Figura 3a se muestra el estado de una titulación con un buen desempeño del profesorado, mientras que la Figura 3b corresponde a una titulación donde los profesores muestran un desempeño medio.

La vista general de la aplicación, tal como se observa en la Figura 3, ofrece un resumen global de la actividad del profesorado, agrupado por asignaturas/materias que forman una titulación y docentes que las imparten, señalando su trabajo en cada una de las actividades soportadas por las herramientas del EVA. Para facilitar el análisis de las métricas mostradas, las evidencias sobre las actividades docentes se presentan en dos grupos de indicadores: Recursos y Seguimiento.

Por una parte, el grupo de indicadores "Recursos" hace referencia a los diferentes tipos de materiales didácticos publicados por el profesor. Para los coordinadores es importante comprobar que se publica un número adecuado de cada tipo de material según las directrices de su titulación. Como se explicó en la sección de Metodología, mediante un código de colores los coordinadores pueden comprobar rápidamente si estas directrices se están cumpliendo en cada asignatura. Así, un código de color verde indica que se ha superado el número aconsejado de cada tipo de material, un código de color naranja significa que está dentro del intervalo aconsejado, y un código de color rojo significa que no se está cumpliendo el mínimo de publicaciones exigidas de un tipo de material.

Magdalena Cantabella, Belén López-Ayuso, Andrés Muñoz y Alberto Caballero

**Figura 3.** Vista principal de OnlineData para analizar la actividad del profesorado: (a) profesorado con buen desempeño, (b) profesorado con desempeño medio

(a)

(b)

Por otro lado, las evidencias del grupo Seguimiento monitorizan la actividad del profesorado en las herramientas de tutorización a los estudiantes: Foros, Tareas, Mensajes Privados, Chats y Videoconferencias. En esta interfaz principal se muestra el número de ítems que el profesor no ha respondido y su tiempo medio de respuesta en cada herramienta como parámetros principales a evaluar. Dependiendo del intervalo definido por el coordinador para ambos parámetros, se clasifica la actividad del profesorado en cada herramienta según las

tres categorías asociadas a los colores explicados en la sección de Metodología: aceptable (verde), en un valor límite (naranja) y no admisible (rojo).

En este primer nivel de interfaz también es posible acceder a la información de una asignatura o profesor a evaluar haciendo uso del campo «Buscar», característica integrada en la herramienta, mejorando la usabilidad de la vista general al mostrar sólo la información acotada sobre un criterio determinado.

Además de la vista global de la titulación, se puede acceder rápidamente a una vista detallada sobre la actividad del profesorado en una asignatura de interés. La Figura 4 muestra los detalles de actividad de un profesor en la herramienta Tareas asociada a la asignatura que imparte.

Para ilustrar la interacción con esta vista analizamos la Figura 4. Tomamos como caso de estudio la herramienta Tareas y como factor a evaluar el tiempo transcurrido entre la fecha de entrega de una tarea y su corrección. Distinguimos dos resúmenes de los datos: Tareas Resultados y Tareas Corrección, siendo este último una especialización del primero. En Tareas Resultados se realiza el seguimiento únicamente de la primera entrega realizada por alumno y el tiempo medio de corrección empleado por el profesor desde la fecha establecida como entrega. Sin embargo, en Tareas Corrección se tiene en cuenta que una misma tarea puede ser corregida más de una vez, en el caso de que estén permitidos los reenvíos, contabilizando cada uno de ellos como una nueva tarea y aplicando siempre el mismo criterio de corrección en todos los casos. Observamos que el número de tareas entregadas es recogido en ambos informes en el campo Nº Total de Entregas, obteniendo resultados diferentes, ya que en el segundo caso se suman también los reenvíos.

Para el ejemplo analizado se establece un tiempo máximo de corrección de tareas de 15 días, siendo aconsejable el intervalo de tiempo entre 7 y 15 días. Los resultados que estén por encima de dicho tiempo máximo se reflejan en color rojo. En cambio, si el tiempo de corrección es inferior a 7 días, existe una mejora de los criterios fijados y por tanto este valor se muestra de color verde. Finalmen-

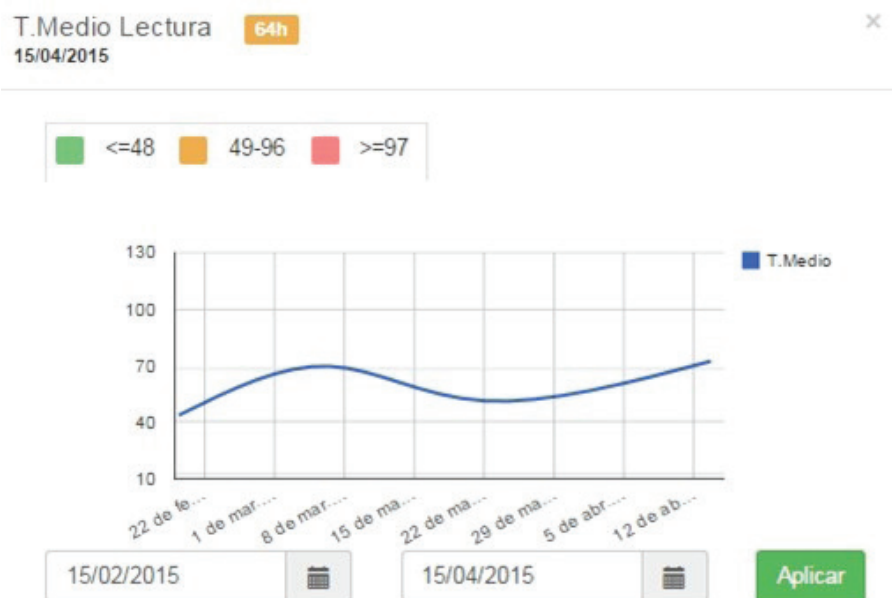
te, si el tiempo de corrección se acerca al límite entre los parámetros establecidos se presentará de color naranja. Es importante resaltar que aquellos campos cuyos valores se muestran en color gris representan información adicional que no estaba recogida en la interfaz principal de OnlineData (ver Figura 3), como por ejemplo el número de tareas entregadas por los alumnos o el ratio de entrega según el número de alumnos.

Existe un tercer y último nivel de detalle sobre la evolución de uso de una herramienta concreta por parte del profesor. Un ejemplo de este nivel de detalle máximo aparece en la Figura 5, donde se muestra el tiempo medio de reacción de un profesor en la herramienta Foros. Este tiempo de reacción se define como el tiempo medio transcurrido desde que se publica un post en la herramienta Foros por un alumno y es leído por el profesor. De este modo se pueden obtener conclusiones relevantes para periodos de interés concreto, como observar si se produce un acceso mayor a la lectura de foros en periodo de exámenes y un menor acceso en periodo vacacional. En la Figura 5 se observa que el tiempo medio de lectura es de 64 horas, considerado dentro del intervalo medio de reacción en esta herramienta.

Es importante resaltar que la herramienta Onlinedata se ha desarrollado de manera independiente con respecto a Sakai. Este desarrollo independiente ofrece dos ventajas: por un lado, tener separada la parte de control de la titulación de la parte de gestión de sus asignaturas; y por otro, la posibilidad de utilizar la herramienta con otros EVA como Moodle con los cambios pertinentes al módulo de la herramienta que consulta la base de datos de eventos de la plataforma.

**Figura 4.** Vista detallada del desempeño del profesor en la corrección de tareas de una asignatura



**Figura 5.** Vista detallada sobre el tiempo de reacción de un profesor en la herramienta "Foros"

#### 4.3. Etapa Tercera

En esta etapa se recogen las conclusiones obtenidas de las reuniones realizadas por los grupos de discusión y se muestran los resultados de las encuestas realizadas a coordinadores.

La primera reunión del grupo de discusión tuvo lugar al finalizar la fase 1.1 dentro de la primera etapa. La valoración general sobre los informes generados por la herramienta Estadísticas de Sakai fue que, a pesar de que los datos reflejados eran de cierta utilidad, la forma de obtenerlos representaba una gran dificultad e inversión de tiempo para los coordinadores. Concretamente, se aprecia que las herramientas estadísticas propias del EVA, aunque proporcionan una flexibilidad aceptable en las consultas, reportan inconvenientes importantes para los coordinadores: (1) el manejo de la herramienta Estadísticas de Sakai resulta poco intuitivo, (2) dada la naturaleza de los informes, generados bajo demanda, se hace difícil llevar a cabo una monitorización proactiva, y (3) el tiempo que el coordinador invierte en la detección de incidencias es demasiado elevado.

Como resultado, el impacto de este tipo de monitorización era mínimo y sólo se realizaba en los casos en los que se detectaba por otros canales algún tipo de incidencia (monitorización reactiva).

Además, se obtuvo una lista de mejoras con respecto a las métricas que se deseaban analizar y que no aparecían en estos informes, como se ha indicado en la etapa primera de resultados (ver sección 4.1).

En la segunda reunión, realizada al final de la fase 1.2 de la primera etapa, se valoró la validez de los informes extendidos en formato tabular. En esta valoración se destaca que, gracias a estos informes, el seguimiento y la periodicidad de consulta por parte de los coordinadores es superior que en la fase 1.1. Aun así, no se alcanzaron los resultados de mejora esperados a causa de la poca ayuda en análisis visual de la interfaz, como por ejemplo la falta de alertas visuales para resaltar las incidencias. Por otro lado se resaltó como aspecto negativo la pérdida de la interacción con la herramienta con respecto a la fase anterior, debido a que al ser una tabla estática no es posible de ocultar ciertos datos cuando no se están estudiando o establecer otras fechas concretas diferentes a las disponibles.

En la última reunión realizada al final de la etapa 2 se valoró la herramienta OnlineData, donde se obtuvieron los mejores resultados de valoración. Se destaca una importante mejora en el tiempo de uso gracias a las alertas visuales basadas en

colores e interfaces con diferente nivel de detalle para obtener rápidamente una situación global de la titulación. El acceso a la herramienta a través de un navegador web sin necesidad de instalar ningún programa adicional también fue valorado muy positivamente. Únicamente se detectaron algunos problemas a la hora de manejar la herramienta las primeras veces, debido a las configuraciones iniciales de los parámetros asociados a las métricas de interés, lo que ha impedido valorar la experiencia de usuario como alta.

La Tabla VI presenta los resultados obtenidos de las encuestas teniendo en cuenta las dimensiones establecidas y los niveles marcados como deseados por la Unidad de Enseñanza Online. Se señalan con (\*) aquellos objetivos que alcanzan el nivel deseado por la Unidad de Enseñanza Online.

Tanto en la fase 1.1 como en la fase 1.2 que conforman la primera etapa no se alcanzan todos los objetivos marcados por la Unidad de Enseñanza Online. En la fase 1.1 la valoración a las cuatro dimensiones indicadas por la Unidad de Enseñanza Online fue bastante negativa excepto para la referente a la utilidad. En la fase 1.2, aunque se consiguen mejoras en aspectos como la frecuencia y el tiempo de uso, se requieren grandes esfuerzos en cuanto a la experiencia de usuario, es decir, las destrezas necesarias para utilizar la información suministrada. Esta dimensión se consigue fijar en niveles medios en la etapa 2, conservando los niveles de utilidad y frecuencia de uso e incluso reduciendo el tiempo invertido por el coordinador hasta la obtención de las incidencias.

Finalmente indicar que la validación cruzada de los datos almacenados en Sakai con los datos mostrados por Onlinedata se realizó con éxito.

**5. DISCUSIÓN**

Tras analizar los resultados obtenidos podemos afirmar que Onlinedata reporta varias ventajas en la tarea de monitorización del profesorado: se me-

jora notablemente el proceso de seguimiento de actividad del profesorado, permitiendo una monitorización proactiva; los ítems a evaluar son totalmente parametrizables de manera flexible, mejorando la usabilidad con respecto a las herramientas de análisis integradas de un EVA; el análisis de resultados se realiza de manera visual e intuitiva, con una curva de aprendizaje mínima para interpretar los resultados; y por último, es una herramienta independiente de la plataforma de aprendizaje virtual de la que se obtienen los datos para su análisis.

Respecto a las limitaciones de nuestro trabajo, se ha detectado que a pesar de que Onlinedata ofrece información fidedigna sobre las actividades realizadas por el profesorado, ante resultados que indican una incidencia algunos coordinadores recurren al propio EVA para validar que dicha incidencia existe. Esta reacción se puede considerar normal (aun siendo innecesaria) en las primeras fases del uso de la herramienta, y sería aconsejable entonces ofrecer un acceso directo que permita comprobar los datos en el EVA desde Onlinedata y viceversa. Por otro lado, algunos coordinadores han indicado que no existe una vista agrupada de todas las asignaturas que imparte un profesor, lo cual sería interesante para detectar patrones repetitivos de incidencias de dicho profesor, con el fin de analizar errores en su metodología de trabajo y aplicar las acciones correctivas pertinentes.

Como futuros trabajos existen diferentes vías de desarrollo para aumentar las prestaciones de Onlinedata, como por ejemplo generar autoinformes de seguimiento en diferentes formatos basados en los datos analizados. El cuadro de mandos que define los criterios para filtrar los datos de las vistas se puede mejorar con nuevas funcionalidades, tales como analizar correlaciones entre los eventos generados por el profesorado (por ejemplo, la relación entre el número de conexiones del profesor y el tiempo medio invertido en corregir tareas, para medir su eficiencia). Otro propuesta que estamos

**Tabla VI.** Resultados encuestas coordinadores agrupados por las dimensiones a valorar

Dimensiones a valorar	Nivel deseado por la Unidad de Enseñanza Online	Etapa 1: Fase 1.1 (informes Sakai)	Etapa 1: Fase 1.2 (informes extendidos)	Etapa 2 (Online Data)
Utilidad	Media	Media (*)	Media (*)	Media-Alta (*)
Experiencia de usuario	Media	Baja	Baja	Media (*)
Frecuencia de uso	Alta	Baja	Alta (*)	Alta (*)
Tiempo de uso	Bajo	Alto	Medio	Bajo (*)

evaluando es la integración de algoritmos inteligentes en la herramienta para detectar de manera automática patrones comunes de comportamiento entre las titulaciones, materias y profesorado y su posterior análisis. Finalmente, también se valora la posibilidad de mandar alertas automáticas mediante e-mail a los coordinadores cuando alguna métrica sea clasificada como no admisible.

## 6. CONCLUSIONES

Este artículo se centra en cómo mejorar la interacción de los coordinadores de titulación con un EVA (Entorno Virtual de Aprendizaje) para monitorizar el desempeño del profesorado de una manera intuitiva y eficiente. Se han planteado tres objetivos para tal fin, los cuales han guiado el proceso metodológico del trabajo.

El primer objetivo ha consistido en identificar las limitaciones de las herramientas de seguimiento integradas en los EVA actuales. Las principales deficiencias encontradas han sido la falta de una visión global del estado de la titulación y el tiempo invertido en obtener los informes sobre las métricas de interés. Como segundo objetivo se ha propuesto el desarrollo de una herramienta llamada OnlineData que, basada en técnicas de análisis visual, ofrezca diferentes vistas sobre las métricas de herramientas en EVA relacionadas con la actividad docente. Los

distintos niveles de detalle y el uso de un sencillo código de colores para indicar incidencias permiten a los coordinadores una supervisión rápida del estado de su titulación. Como último objetivo se ha valorado empíricamente mediante grupos de discusión y encuestas la validez y eficiencia del desarrollo del trabajo planteado en este artículo, cuyos resultados indican que la herramienta OnlineData satisface las necesidades de los coordinadores.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido apoyado por la Universidad Católica San Antonio de Murcia mediante el proyecto del Ministerio de Economía y Competitividad con el identificador TIN2016-78799-P. Los autores quieren agradecer a la Unidad de Enseñanza Online de esta Universidad y a las personas que han trabajado en el desarrollo de la herramienta OnlineData su participación en este proyecto. Igualmente agradecer a todos los coordinadores y profesores que han participado en el estudio de este artículo.

This work has been supported by the Catholic University of Murcia through the Spanish MINECO under grant TIN2016-78799-P. Authors would like to thank the Online Department of this University for their participation in this paper. They would also like to thank coordinators and lecturers involved in the study.

## 8. REFERENCIAS

- Bhuasiri, W.; Xaymoungkhoun, O.; Zo, H.; Rho, J. J.; Ciganek, A. P. (2012). Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ICT experts and faculty. *Computers & Education*, vol. 58, 843-855. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.010>.
- Bootstrap (2016). Bootstrap: framework for front-end web. (<http://goo.gl/dPHuah>) [20-05-2016].
- Campus Computing Project (2013). Campus Computing Survey. (<http://goo.gl/7kUznn>) [30-09-2015].
- Canvas LMS (2015). Canvas Guide. (<https://goo.gl/JZ2B5I>) [28-09-2015].
- Chiang, C. F.; Tseng, H. C.; Chiang, C. C.; Hung, J. L. (2015). A case study on learning analytics using Experience API. In D. Slykhuis y G. Marks, (Coords.), *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, vol. 2015, No. 1, (pp. 2273-2278). Las Vegas: EdITLib.
- Cole, J.; Foster, H. (2007). *Using Moodle: Teaching with the popular open source course management system*. Sebastopol: O'Reilly Media, Inc.
- Delgado, F. J.; Fernández-Llera, R. (2012). Sobre la evaluación del profesorado universitario (especial referencia a ciencias económicas y jurídicas). *Revista Española de Documentación Científica*, vol.35 (2), 361-375. <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2012.2.861>
- Dodero, J. M.; García-Peñalvo, F. J. et al. (2014). Development of E-Learning Solutions: Different Approaches, a Common Mission. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje, IEEE-RITA* vol. 9(2), 72-80.
- ECBCheck (2015). E-Learning for Capacity Building. (<https://goo.gl/nH7SDi>) [15-09-2015].
- Ellis, R. A.; Calvo, R. A. (2007). Minimum indicators to assure quality of LMS-supported blended learning. *Educational Technology & Society*, vol. 10(2), 60-70.
- Galán, B. M.; Mateos, D. R. (2012). La Evaluación de la Formación Universitaria Semipresencial y en Línea en el Contexto del EEES mediante el Uso de los Informes de Actividad de la Plataforma Moodle. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 15(1), 159-178. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.1.15.782>

- Gómez-Aguilar, D. A.; García-Peñalvo, F. J.; Therón, R. (2014). Analítica Visual en e-learning. *El Profesional de la Información*, vol. 23(3), 1386-6710. DOI: <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2014.may.03>
- Hibernate ORM (2016). Hibernate object-relational mapping framework. (<http://goo.gl/B7E9Dg>) [20-05-2016].
- Hilera González, J. R. (2008). UNE 66181: 2008, el primer estándar sobre calidad de la formación virtual. *RED. Revista de Educación a Distancia, Monográfico VII*, 1-6.
- Hilera, J. R.; Hoya, R. (2010). *Estándares de e-learning: Guía de consulta*; Editorial Universidad de Alcalá; Alcalá de Henares (Madrid).
- JQuery (2016). JQuery library. (<https://goo.gl/6Wou4c>) [20-5-2016].
- Li, X.; Zhang, X.; Fu, W.; Liu, X. (2015). E-Learning with visual analytics. In *2015 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*, pp. 125-130. IEEE. Melaka, Malaysia. <http://dx.doi.org/10.1109/IC3e.2015.7403499>
- Maldonado, U. P. T.; Khan, G. F.; Moon, J.; Rho, J. J. (2011). E-learning motivation and educational portal acceptance in developing countries. *Online Information Review*, vol. 35(1), 66-85.
- Peter, S. E.; Bacon, E.; Dastbaz, M. (2010). Adaptable, personalised e-learning incorporating learning styles. *Campus-Wide Information Systems*, vol. 27, 91-100.
- Poltrack, J.; Hruska, N.; Johnson, A.; Haag, J. (2012). The next generation of SCORM: Innovation for the global force. In *The Interservice/Industry Training, Simulation & Education Conference (I/ITSEC)*, vol. 2012, No. 1. Orlando: National Training System Association.
- Mondrian (2016). Mondrian: Online Analytical Processing server (OLAP). (<http://goo.gl/GKe7SB>) [20-05-2016].
- Patterson, R. E.; Blaha, L. M., Grinstein et al. (2014). A human cognition framework for information visualization. *Computers & Graphics*, vol. 42, 42-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2014.03.002>
- Pawlowski, J. M. (2007). The quality adaptation model: adaptation and adoption of the quality standard ISO/IEC 19796-1 for learning, education, and training. *Educational Technology & Society*, vol 10(2), 3-16.
- Pressman, R. S. (1997). *Ingeniería del Software: Un enfoque práctico* (7.ª ed.); Editorial Mc Graw Hill.
- Retalis, S.; Papasalouros, A.; Psaromiligkos, Y.; Siscos, S.; Kargidis, T. (2006). Towards networked learning analytics-A concept and a tool. *Proceedings of the fifth international conference on networked learning*, pp 1-8. Lancaster, UK.
- Sakai (2015). Sakai Features. (<https://goo.gl/UQ7W1a>) [30-09-2015].
- Sánchez, V. G.; Arrufat, M. J. G. (2015). Modelo de análisis de metodologías didácticas semipresenciales blended learning en educación superior. *Educación XX1*. En prensa.
- Siemens, G.; Long, P. (2011). Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education. *EDUCAUSE review*, vol. 46(5), 31-40.
- Steel, C.; Levy, M. (2009). Creativity and constraint: Understanding teacher beliefs and the use of LMS technologies. In R. J. Atkinson y C. McBeath,(Coords.), *Same places, different spaces. Proceedings of the 26th Annual ascilite International Conference* (pp. 1013-1022), Auckland: Servicio de publicaciones de la Universidad de Auckland.
- Van Leeuwen, A.; Janssen, J.; Erkens, G.; Brekelmans, M. (2014). Supporting teachers in guiding collaborating students: Effects of learning analytics in CSCL. *Computers & Education*, vol. 79, 28-39.



## 2.3 Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions

<b>Título</b>	<i>Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions</i>
<b>Revista</b>	Interactive Learning Environments
<b>Páginas</b>	1-13
<b>Año</b>	2018
<b>DOI</b>	10.1080/10494820.2017.1421561
<b>Estado</b>	<i>Publicado</i>

### Contribución del Doctorando

Magdalena Cantabella, declara ser la principal autora y contribuidora del artículo *Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions*.

**Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning  
Management Systems: Subjective and objective perceptions**

Magdalena Cantabella<sup>a</sup>, Belén López<sup>a</sup>, Alberto Caballero<sup>a</sup> and Andrés Muñoz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> *Department of Computer Science, Universidad Católica de Murcia, Murcia, Spain.  
ZIP 30007*

CONTACT: Andrés Muñoz. Email: [amunoz@ucam.edu](mailto:amunoz@ucam.edu)

Learning Management Systems (LMS) have become the principal resource for the distribution of educational material and collaboration among lecturers and students in Higher Education. The potential of these platforms does not limit to a simple manager of contents, but they also offer a wide range of tools that support the development of different methodologies according to the learning modality, namely on-campus, blended or online. This work analyzes the use of LMS and the interactions with their different tools from the lecturers' point of view, in order to detect possible incidents, check the tools' utility and evaluate their complexity. All these metrics represent valuable information to the Degree Coordinators, if they are presented in a suitable manner, to detect and resolve deficiencies in the methodology. For the analysis of the teaching activity two methods are employed: (1) surveys, to measure the subjective perception of lecturers when using LMS tools; and (2) visual analysis of the real lecturer's activity through OnlineData, a graphical analytic tool developed as part of our work to monitor LMS tools metrics. The results of both methods show differences among the perceived self-usage and actual usage, especially for the e-learning methodologies.

**Keywords:** Learning environments; evaluation methods; teacher attitudes; post-secondary education; distance education.

## 1. Introduction

The use of Learning Management Systems (LMS) is nowadays a fundamental asset in most of the universities world-wide. These platforms provide a powerful and flexible work tool to support academic processes such as resource management, collaborative learning and classroom training, among others, both for on-campus and on-line courses. As a result, LMS can be seen as a mean to improve education quality and academic performance (Cavus, 2015; Christie & Garrote Jurado, 2011).

While the studies on the use of LMS have been mainly centered on students, the lecturers' point of view has been neglected in the majority of these studies. Nevertheless, it could be possible to leverage the lecturers' experiences by monitoring and analyzing their interactions with LMS in order to detect difficulties in their working model, provide them with recommendations or consolidate best practices, especially for on-line courses (Bright, 2012; Siemens & Long, 2011; Yeh, 2010). Although most LMS provide different levels of information about users' actions, the lack of tools to analyze and interpret such information shifts the burden of this task to the Degree Coordinators, who are the responsible for monitoring how the courses are being conducted by interpreting these data in a tedious and repetitive process.

The main contribution of this paper resides in detecting whether there is a mismatch between lecturers' self-reported usage behavior in LMS and their actual behavior. To this end we define three objectives:

- (1) To evaluate lecturer's practices and experiences when using a LMS from a subjective perspective obtained by means of questionnaires.

- (2) To evaluate lecturer's practices and experiences from an objective perspective through a new software program aimed at analyzing quantitatively the actual usage of the available LMS tools.
- (3) To compare the results of both perspectives and show how these results could efficiently detect deviations between how lecturers think they are managing their courses and how such courses are actually being conducted.

In order to perform this study, we have taken into account the associations between complexity/utility the lecturers experience when using LMS tools and the level of use of such tools, the relationship between the course modality and the level of use of LMS tools and the influence that the lecturers' area of knowledge (social sciences, health sciences, engineering, etc.) has on the use of specific LMS tools.

## **2. Related Work**

A few studies have measured actual lecturers' behavior. Most of them explore subjective issues related to intentions, attitudes, beliefs and interests of lecturers (Augustsson & Jaldemark, 2014; Rienties, Brouwer, & Lygo-Baker, 2013), how/why lecturers are using LMS or how they design contents for LMS (Seidel, Blomberg, & Renkl, 2013). Recent researchers have found that teachers are key in providing instruction support (Arbaugh, 2014; Eom, Ashill, & Arbaugh, 2016). A recent large-scale study among 151 learning designs seems to indicate that the way lecturers use LMS significantly influence students' behavior, satisfaction, and retention (Rienties & Toetenel, 2016).

The studies referenced above are basically obtained by means of surveying lecturers and students about these subjective issues. In our work we mainly focus on surveying LMS usability and effectiveness features.

### ***2.1. Usability evaluation of Learning Management Systems***

One of the main goals of this paper is to design a survey in order to obtain the own lecturers' perspective about the usability, complexity and utility of LMS, along with quantitative measures of use of LMS tools according to their perception. There are some works in the literature focused on measuring users' experiences in LMS, although almost all of them are focused on students.

Espasa and Meneses (2010) perform an exploratory study of online education, where the feedback results are considered a key element in teachers' roles with respect to the regulation of e-learning methodologies. This study serves as example for our research, since the analysis results of different feedback in specific moments of the learning process help us to explore possible relationships in the use of LMS that will allow us to make methodological recommendations. In the same line, the work in Thuseethan, Achchuthan, and Kuhanesan (2015) proposes some recommendations to achieve the maximum efficiency of LMS by evaluating LMS usability and users' experience through questionnaires and time-limited tasks to be performed within the LMS. In general, these works help us in the detection of the main indicators when evaluating LMS usability and developing assessment methods.

Apart from the aforementioned works, for the design of our survey we have taken as reference some formative models aimed at detecting deficiencies and assessing the behavior of lecturers in LMS. Firstly, we have centered our study on the Van Slyke's Distance Education model (Van Slyke, Kittner, & Belanger, 1998) to select those featured indicators to be used when lecturing in the e-learning modality and on the Marshall & Shiver's model (Marshall & Schriver, 1994) for indicators to assess teaching quality and their results. Moreover, we have considered the Technology Acceptance

Model, TAM (Davis, 1989; Teo, 2010), which measures the degree of acceptance and influence of new technologies by end-users, to analyze the relationships of dependency between complexity, utility and level of use of LMS tools.

On this basis, the data collection for this study relies on a set of questions based on the factors comprising the SEEQ (Students Evaluation of Educational Quality) questionnaire (Marsh, 1982), but performing an adaptation directed towards lecturers taking into account the three models indicate above. Thus we obtain information on the current teaching model related to the used LMS tools. Moreover, following the works in (Koh, Chai, & Tsai, 2010; Van Deursen, van Dijk, & Peters, 2011), which studied the influence of teachers' age, gender and number of students in the use of LMS, we also analyze here the relationship of such variables with the perceived utility, complexity and use of LMS tools. The questions that compose our survey have been made in the light of such factors, in some cases formulated as categorized questions in order to apply the Likert-type scale (Boone & Boone, 2012).

## ***2.2. Software tools for monitoring Learning Management Systems users***

Most LMS contain modules that allow reporting on the use of the different available tools (number of downloads of a resource, number of participation in forums, etc.). However, these reports do not reach the necessary level of detail to enable us to design methods or techniques to offer suggestions for improvement in teaching processes. We refer to information such as the average time of use of each tool per user, the time spent by lecturers in correcting assignments, the percentage of participation of a lecturer in a forum regarding the participation of students, etc. While all this information is actually logged by the LMS, it is not included in the predefined reports. It is necessary then the use of software tools able to inquiry the LMS log database and present this information

in a suitable manner.

To the best of our knowledge, little effort has been devoted to this kind of monitoring and analysis of lecturers' behavior in LMS. The transformation in online education has been particularly aimed at technological innovations through e-learning platforms, leaving relegated their pedagogical and practical consequences and without evaluating the results of the process. We have not found any software tool for monitoring the activity of lecturers in LMS tools from a methodological perspective, and those studies where the evaluation of lecturers on the use of LMS tools is collected do not show optimistic conclusions regarding the current praxis (Cavus, 2013; Ellis, Hughes, Weyers, & Riding, 2009).

On the other hand, there are several works regarding the effect of using LMS for students from a methodological point of view (Chiang, Hsiao-Chien, Chiang, & Hung, 2015; Park, 2014). Some of these works reflect the impact of e-learning at the student level, where the main variables are distinguished in the acquisition of skills and applied knowledge and the results obtained are compared (Sanders-Smith, Smith-Bonahue, & Soutullo, 2016). These works help us as very useful examples to locate the most relevant indicators to be analyzed by our software tool and to extrapolate them to lecturing.

### **3. Methodology and methods**

Since our work is devoted to analyze lecturers' practices and experiences at a virtual learning environment, the evidences we are interested in are those oriented to describe: (1) the real activity of lecturers across different LMS tools, and (2) the lecturers' perception about their own actions using such tools.

Let us first focus on the LMS tools to be analyzed in the study. In particular, we have used Sakai<sup>1</sup> as the reference platform for our study, as it is the one adopted in our University. However, this decision should not interfere in the results, since other well-known LMS such as Moodle or Canvas practically have the same set of tools available.

We have selected the most relevant tools taking into account all learning modalities. These are the following eight tools: lesson builder, resources, forums, chat, videoconference, email, assignments and tests. Note that the lesson builder is a tool that allows using web-based templates to distribute the contents of each unit and create a learning methodology. In particular, our University has created a specific lesson builder template for the blended and online modalities. At this point it is important to observe that in this work the use of tools outside the formal LMS is not considered and that the participants in the study were informed about they would be monitored in their LMS activity and had to adhere to the selected LMS tools.

Next we describe how the evidences are gathered for our study. On the first hand, the lecturers' activities are objectively explored by means of a web application called OnlineData (Cantabella, Lopez-Ayuso, Munoz, & Caballero, 2016). It has been developed as part of our previous work due to the necessity of a software tool to analyze and present in a simple and effective manner a wide range of data about the lecturers' behavior disseminated across the LMS. In a nutshell, OnlineData enables centralizing and configuring all the interesting metrics related to LMS tools by directly querying the LMS underlying database. These metrics are then presented in different visual forms with different level of detail. In this manner, all the relevant data related to the use of

---

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



LMS tool can be analyzed in one place and from different points of view. In this work we use OnlineData to monitor lecturers' activity in the aforementioned tools for online and blended modalities. Figure 1 shows a screenshot of OnlineData where some metrics of use of LMS tools are displayed for several lecturers/subjects (lecturers' and subjects' names are blurred for privacy reasons).

On the other hand, the lecturers' perceptions about their activity in the LMS is subjectively explored by means of a survey. In our University there is an overall population of 653 lecturers from 6 faculties involved in 20 programs taught in some of the three learning modalities (on-campus, online and blended). There are 128 part-time lecturers who have been excluded from the study, resulting in a final population of 525 lecturers. Given that population, the sample size must be higher than 223 lecturers to establish a 95% confidence level in the analysis.

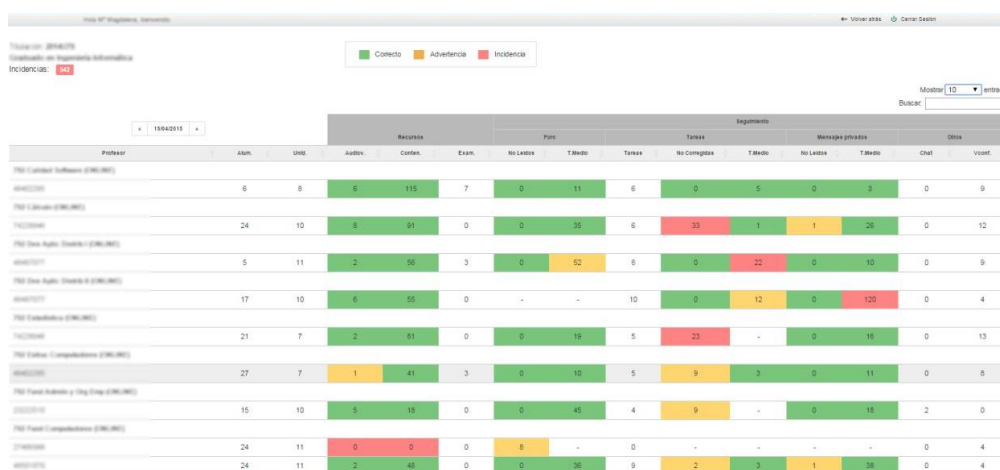


Figure 1. A screenshot of OnlineData showing some metrics related to the usage of LMS tools. Notice the use of colors to easily identify the state of each subject, where green means a good use of the LMS tool over an established threshold, orange means a correct use and red means a poor use.

Our study uses a representative sample consisting of 225 lecturers from 5 faculties involved in 9 programs. On-campus and online programs in this sample correspond to the ones taught in the faculties of Polytechnic Department, Law and Business and Social Sciences and Communication, while blended programs correspond to the Physical Activity and Sport Sciences and Health Sciences faculties. A stratified sampling has been performed to choose the lecturers, thus taking into account the number of lecturers in each program with respect to the population of this study. Table 1 shows in detail the number of lecturers and programs considered in each faculty, divided into the different learning modalities.

Table 1. Faculties, programs and lecturers included in the sample.

<b>Faculty</b>	<b># of programs</b>	<b># of lecturers</b>	<b>On-campus</b>	<b>Online</b>	<b>Blended</b>
Polytechnic Department	2	56	46	10	-
Law and Business	2	50	34	16	-
Social Sciences and Communication	2	71	43	17	11
Physical Activity and Sport Sciences	2	33	-	-	33
Health Sciences	1	15	-	-	15
<b>Total</b>	9	225	123 (54.7%)	43 (19.1%)	59 (26.2%)

The survey consists of several parts: Personal data (e.g., age range, sex); Data about courses, such as knowledge area (e.g., social sciences, engineering, etc.), program (i.e., undergraduate or postgraduate), course modality (i.e., on-campus, on-line, blended) and number of students; and data about use and effectiveness of LMS tools, such as frequency of use, inclination to use a specific tool, estimated effectiveness/utility, complexity and estimated time spent in each tool.

Once the subjective and objective data have been gathered, the evaluation is performed in the following manner. First, the lecturers' subjective point of view is analyzed by grouping the results according to learning modalities and following the TAM model.

In this manner we look for some associations among the subjective perceptions on the complexity (*easy of use according to TAM*) and utility of LMS tools and their usage related to such modalities. Moreover, the influence of other variables such as gender, age and number of students is studied with respect to the perceived utility, complexity and use of LMS tools. Secondly, objective data related to the behavior of lecturers in the survey is compared to their subjective perception. Since OnlineData records data for online and blended programs, the comparison results are divided into faculties with online programs and faculties with blended programs. In this manner we could also detect associations among the subjective and objective LMS tools usage and the knowledge area.

#### **4. Results**

##### ***4.1. Lecturers' subjective evaluation: Results from the survey on LMS tools***

Following the TAM model studied in section 2, we have grouped the obtained results in three interdependent categories:

- **Utility**, to classify tools according to the relevance perceived by lecturers.
- **Complexity or easy of use**, to determine which tools are more easy/difficult to use.
- **Usage**, to identify which tools are the most/least used by lecturers.

According to section 3, the LMS tools considered in the survey are lesson builder, videoconference, email, forums, resources, assignments, tests and chat. The results for each tool and for each category are presented by taking into account the three

learning modalities available in our University, namely on-campus, online and blended modality.

#### *4.1.1. Descriptive analysis*

Taking as example works based on the use of Likert-type surveys and how they present the results by grouping Likert scale answers (Carr, Walaska, & Marcus, 2011; Stringhini et al., 2012), the values obtained in our survey on the evaluation of the utility, complexity and usage of each LMS tool have been divided into quartiles and classified into three categories: High, Neutral and Low.

Firstly, utility and complexity are evaluated on the survey through Likert-type scales, where value 1 indicates strong disagreement about the tool utility/complexity and value 5 represents strong agreement about such utility/complexity. Thus, the results for utility and complexity questions are classified as High if the addition of values 4 and 5 reaches a 75% (Q3) of the sample size. Likewise, the results for these two variables are classified as Low if the addition of values 1 and 2 reaches a 75% of the sample size. The rest of cases are considered as Neutral. Secondly, usage of LMS tools is evaluated through Yes-No questions. The use of a tool is then considered as High if "Yes" answers reach Q3, Low if "No" answers reach Q3 and Neutral in any other case.

The main results from the survey on these variables are summarized in Table 2. Only the cases classifying as High or Low are shown, whereas Neutral cases are left in blank.

Let us now highlight the most relevant results shown in Table 2. Regarding the perceived utility of LMS tools, resources and assignments are considered the most useful tools in any modality. The email and forum tools are seen as useful in online modality only, while opinion is divided on its utility in blended and on-campus modalities.

In particular for the e-mail tool in the blended modality, we have found practically the same percentage of lecturers who disagree or strongly disagree on their utility (39%) than lecturers who agree or strongly agree (45.7%). Lesson builder and tests tools are moderately useful (neutral-to-high) in online mode. Disparate opinions on the utility of both tools are found in blended modality (in the case of lesson builder we find that 44.1% disagree or strongly disagree whereas 40.7% agree or strongly agree), while it is observed neutral-to-low values in on-campus mode for these two tools. Division of opinion on the utility of videoconference is found in online mode. A neutral-to-low utility for this tool is observed in blended mode, whereas a low utility is clearly stated in on-campus mode. Finally, a neutral utility is found for the chat tool in online and blended modes, while on-campus lecturers consider it as not useful.

Table 2. Lectures subjective evaluation of each LMS tool: Utility, Complexity and Usage grouped by On- Campus, Blended and Online Training. The categories are: Low when the 75% of the sample is located for values between 1 y 2 (utility and complexity variables) or “No” for the use variable; High when the 75% of the sample is located for values between 4 y 5 (utility and complexity variables) or “Yes” for the use variable; Blank cells are for Neutral values.

	Videoc.	Email	Forums	Resources	LessonB.	Assignments	Tests	Chats
<b>Utility</b>								
On-Campus	Low			High		High		Low
Blended				High		High		
Online		High	High	High		High		
<b>Complexity</b>								
On-Campus		Low		Low		Low		Low
Blended		Low	Low	Low		Low		Low
Online		Low		Low				Low
<b>Use</b>								
On-Campus	Low		Low	High	Low	High	Low	Low
Blended	High		High	High		High	Low	
Online		High	High	High		High		Low

The results for the perceived complexity show that, in overall, there is no tool with a high level of complexity. Resources, emails and chat are seen as very easy tools to use in any modality. Assignment is also considered easy to use in blended and on-campus, and neutral-to-easy in online. Blended lecturers consider the forum tool easy to use, whereas the rest of lecturers qualify it as neutral. Tests and lesson builder tools are regarded as neutral with respect to their complexity in any modality. Only the videoconference tool is considered as neutral-to-difficult to use in any modality, especially in the online mode (over 50% of lecturers consider it as complex or very complex to use).

The analysis of usage indicates that resources and assignments are the most used tools in any modality, being the latter especially utilized in online and blended modalities (95% and 88% of lecturers use it, respectively). The email tool has an outstanding use in online mode (higher than 90% of lecturers) and a neutral-to-high in the rest of modalities. The forum tool is widely used in online and blended modalities, but little employed in on-campus mode. The use of the videoconference tool predominates only in blended modality, having a neutral-to-low use in online modality and almost nonexistent in on-campus mode. Lesson builder has a neutral use on blended and on-line modalities and it is practically unused in on-campus. Test and chat are the least used tools in overall, especially in on-campus mode. It is noteworthy the low use of test in blended modality as well as for the chat tool in online.

#### 4.1.2. Inferential analysis

Following the TAM model, Table 3 shows the influence of perceived utility and complexity on the use of LMS tools grouped by learning modality. The orange-highlighted cells are those relationships that have some degree of dependence according to the Chi-square test ( $p \leq 0.05$ ). It is shown for each relationship the Cramer's V coefficient.

We first observe that utility influences the acceptance of use of all tools both for on-campus and blended modality, although to a lesser degree in chat and videoconference tools. However, the utility of these latter tools is deemed as more relevant in the online modality. In this modality it is noteworthy that utility is not perceived as relevant with respect to the use of forums and tasks.

Regarding complexity influence, results show that this variable has a lesser effect than utility on the tool usage. Thus, in the on-campus modality only email and assignment tools are affected with relatively low V values. In the blended modality only the lesson builder tool is affected. Finally, videoconference and chat tools are deemed as influenced by complexity for the online modality.

Table 3. Influence of perceived utility and complexity on the use of LMS tools grouped by learning modality. The orange-colored cells show the association between use and utility/complexity with their Cramer's V value when the Chi-Square test is significant ( $p \leq 0.05$ ), blank cells in any other case.

	Videoc.	Email	Forums	Resources	LessonB.	Assignments	Tests	Chats
<b>On-Campus</b>								
Utility	V=0.35	V=0.70	V=0.54	V=0.73	V=0.60	V=0.61	V=0.54	V=0.33
Complexity		V=0.29				V=0.31		
<b>Blended</b>								
Utility	V=0.40	V=0.69	V=0.64	V=0.61	V=0.78	V=0.69	V=0.54	V=0.33
Complexity					V=0.51			
<b>Online</b>								
Utility	V=0.61	V=0.85		V=0.78	V=0.67		V=0.53	V=0.53
Complexity	V=0.54							V=0.54

Next we also analyze the relationship of perceived utility, complexity and use of LMS tools with the number of students associated to the lecturer. The lecturer's age and gender have been also studied initially, however the obtained results have not shown any relevant influence of these variables on LMS tools.

Table 4 shows a summary of the results obtained by studying these bivariate associations. We observe that the lecturer's number of student influences the use of all tools except for test and chat, and it particularly influences the use of the resource tool. It moderately influences the utility of the email, forum and assignment tools. Finally, it is observed that the perceived complexity of the forum tool is moderately influenced due to the number of students.

Table 4. Influence of lecturer's number of students in the perceived utility, complexity and use. The orange- colored cells show the Cramer's V values of LMS tools which have a grade of dependence with # of students, where Chi-Square test is significant ( $p \leq 0.05$ ), blank cells in any other case.

	Videoc.	Email	Forums	Resources	LessonB.	Assignments	Tests	Chats
<b>Use</b>								
# of students	V=0.21	V=0.26	V=0.21	V=0.34	V=0.24	V=0.25		
<b>Utility</b>								
# of students		V=0.19		V=0.18		V=0.18		
<b>Complexity</b>								
# of students			V=0.19					



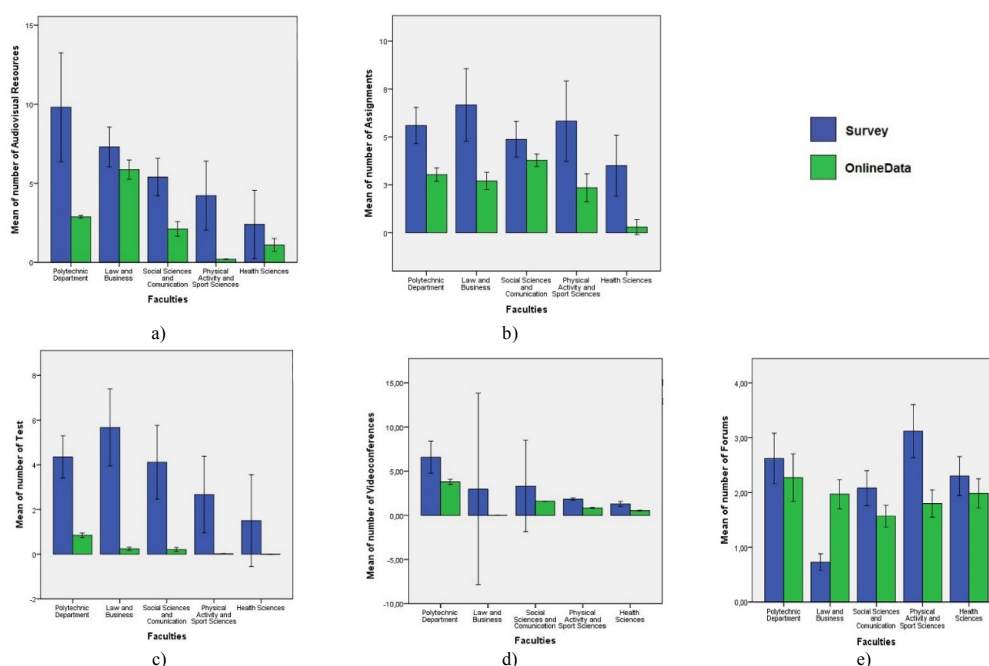


Figure 2. Comparison of metrics of interest for several LMS tools according to lecturers' perspective and OnlineData. It is confronted for each tool the subjective (Survey data as blue color) and objective (OnlineData as green color) perspective separated by faculties. Shown its mean values with a confidence interval of 95%.

#### 4.2. Results from OnlineData: Comparing objective vs. subjective lecturers' data

In this section we focus on the comparison of evidences collected from two perspectives: subjective, according to the survey data, and objective, according to the real data monitored by means of OnlineData. Observe that since OnlineData is used for online and blended modalities only, here we do not consider the survey results for the on-campus modality. Therefore, we present the results divided into faculties offering blended and online modalities instead of learning modalities as in the previous section. It is also important to note that we have discarded the chat tool for this quantitative analysis due to its very low level of use according to the real data observed in

OnlineData, a fact that coincides with the survey results studied in the previous section.

Figure 2 shows the comparative for the considered LMS tools, namely audiovisual resources, assignments, tests, videoconferences and forums, during the 2014/2015 term. In these graphs it is confronted the metrics of interest for each tool from the subjective (survey data) and objective (OnlineData) perspective. Both types of data are shown separately under the following faculties: Polytechnic Department, Law and Business, Social Sciences and Communication, Physical Activity and Sport Sciences and Health Sciences. The first three belong to the online modality whereas the last two belong to the blended modality (we have considered Social Sciences and Communication only in the online modality). Note that for each metric it is shown its mean values along with a confidence interval of 95%.

In the first place, Figure 2(a) shows the mean of the number of audiovisual resource uploaded by lecturer in each course. It can be observed that Law and Business is the only faculty where the subjective and objective values are practically the same. In the rest of faculties, we detect that the real number of audiovisual resources uploaded to the LMS is considerably lower than the number stated by lecturers, especially in the Polytechnic Department and Physical Activity and Sport Sciences. However, it must be noted that the variability of the mean related to the subjective perspective is especially high in the aforementioned faculties and in Health Sciences as well. To end with this graph, note that the number of audiovisual resources in the faculties with blended modality are considerably lower than in the faculties with online modality, especially for the Physical Activity and Sport Sciences one.

Comparison for the number of assignments is shown in Figure 2(b). Here the subjective and objective values are a little more similar, with some differences for Law and Business, Physical Activity and Sport Sciences and Health Sciences. Again, we detect a higher dispersion in the subjective values for these faculties. In all cases, the number of assignments according to lecturers is higher than the real number according to OnlineData. It is remarkable the low number of assignments detected by this tool in Health Sciences.

Figure 2(c) is related to the number of tests published by each lecturer in each course. In this case it is clearly observed that lecturers in any faculty have a very overestimated perception with respect to the real data.

The subjective and objective mean of number of videoconferences are shown in Figure 2(d). Note that the subjective perception for Law and Business is irrelevant due to the high variability associated to its mean. The rest of faculties follow the same pattern found in the previous tools. It is observed that according to the objective data, lecturers in blended modality organize less videoconferences sessions than lecturers in online modalities (mean values of 0.85 for Physical Activity and Sport Sciences and 0.54 for Health Sciences). This fact seems to contradict the subjective usage data analyzed in section 4.1.1, where it is stated that the percentage of blended lecturers using videoconferences is almost double than for online lecturers. We will further investigate the causes of this fact in section 5.

Finally, Figure 2(e) represents the average response time (in days) for lecturers to answer a student's post in the forum tool. It is observed that subjective and objective values are very similar except for Law and Business and Physical Activity and Sport Sciences faculties. In the former the response time according to the objective data is

higher (more than double) than the response time according to lecturers' perspective. On the contrary, in the latter lecturers have a pessimistic view of the amount of time spent answering posts with respect to the real data. We also observe that lecturers in Social Sciences and Communication are the most active answering posts (1.56 days by average) whereas lecturers in Polytechnic Department are the less active (2.27 days by average).

## **5. Discussion**

After analyzing the results of our study, here we explain the most relevant findings. These results have been discussed along with a committee formed by Online Coordination Department members, Degree Coordinators and lecturers from each modality who have not participated in the survey.

By considering only the lecturers' subjective data and according to the TAM model, we could conclude that: (1) the usefulness of LMS tools in any modality has a direct association with their use and (2) the perceived complexity is not a relevant factor of acceptance for use except for videoconference and chat tools in the online modality and lesson builder in the blended modality.

The analysis of other variables of interest such as lecturer's age, gender and number of students demonstrates that only the number of students has some relevance in the self-observed use and utility of some specific tools, whereas it barely influences the perceived complexity of the forum tool.

When comparing the subjective and objective results of our study we derive the following conclusions. Firstly, it may be expected that less complex, more useful tools are the most used. This fact is particularly true for resources and tasks tools in all

modalities, forums in blended and online modes and email in online mode only. These results support the idea that LMS are used by on-campus lecturers mainly as a repository to manage resources and tasks, while blended and online lecturers also use them to communicate with students by means of posts and emails (the latter especially for the online modality).

Secondly, while the use of chat and videoconferences in on-campus modality is expected to be almost nonexistent due to the communication between students and lecturers takes place in the classroom, this could be not the case for blended and online modalities. As a synchronous communication tool, the chat represents a rapid channel to solve students' questions. However, we observe that although the chat tool has a low complexity perception, it does not imply a great use nor a high utility. In fact, the use of videoconference in these modalities as the synchronous communication tool is preferred to the use of chat according both to our survey and the real data monitored by OnlineData.

Thirdly, and related to the previous conclusion, we observe that about 83% of blended lecturers state that they use videoconferences against about 44% of online lecturers. However, analyzing the real data related to the number of videoconference sessions we detect that blended lecturers organize approximately just one videoconference session for each subject, while online lecturers have approximately 2-4 sessions for each subject. Investigating in this supposed contradiction, we realized that blended lecturers only have an initial videoconference to welcome students. Therefore, they really do use the videoconference tool, but just once. On the other hand, online lecturers who organize videoconference are more active, although approximately half of these lecturers use such a tool. It is also noteworthy that lecturers belonging to the Poly-

technic Department are the most active for this tool. This can be explained due to, although considered as the most difficult-to-use tool, lecturers in technical degrees are usually more skilled in handling this type of tool, while lecturers from other faculties use to have more bad experiences. As a result of these findings, two decisions have been made by the Online Coordination Department:

- (1) While the number of videoconference sessions is seen as acceptable in blended modality, the case of online mode is considered as inadmissible. To solve this problem, a directive has been issued to prompt lecturers in online mode to host at least three videoconferences sessions for each course (initial, mid-term and end-term).
- (2) To solve the moderate complexity alleged to the videoconference tool, the Sakai built-in videoconference tool has been replaced by *Adobe Connect*<sup>2</sup>, a more intuitive and accessible videoconference tool.

Fourth, the low use of the test tool in the blended mode can be seen as problematic (and the moderate use of this tool in online mode may be also considered as worrying). This problem is also reflected in the quantitative results related to the number of tests published in all the monitored faculties according to OnlineData. As this tool is mainly addressed for self-evaluation purposes, this result may reflect that lecturers are not giving enough attention to this aspect of the e-learning methodologies. Therefore, the Online Coordination Department has decided to recommend lecturers in blended and online modalities to create at least a self-evaluation test for each course unit. Moreover, it is especially interesting to observe that lecturers think that they are creating a more

---

<sup>2</sup> <http://www.adobe.com/products/adobeconnect.html>

than acceptable number of tests when it is totally the contrary, as shown in Figure 2(c). Some further research should be conducted on the reasons for this broad difference (*e.g., are lecturers using the poll tool to create tests instead of the correct tool?*).

Finally, the comparative analysis performed between the subjective and objective use of LMS tools demonstrates that lecturers have a general overestimated perception on how frequently they use such tools. This finding is important for the faculty management teams since the University's policy is to ensure the adequate use of the LMS as the centralized channel to communicate with the students. In order to make lecturers aware of their real activity, the Online Coordination Department proposes sending them a monthly report including the actual usage metrics of each tool together with the recommended values for such tools according to the specific learning modality and/or faculty.

## **6. Conclusion and future work**

Lecturers' experiences and behaviors when using Learning Management Systems (LMS) have been normally neglected in works related to the evaluation of this type of learning platforms. In this paper we address this problem from two perspectives: a subjective perception of how lecturers themselves value their interaction with LMS and an objective view of how they actually use the tools of the platform.

Results show that there are relevant differences with respect to the usability and utility of LMS tools depending on the learning modality lecturers are teaching on. However, regarding the complexity level of such tools, there is a uniform criterion for all modalities. This study also reflects that lecturers tend to overestimate their frequency of use of LMS tools, again with some differences depending on the lecturers' knowledge

area. Our work shows that using a monitoring software as OnlineData and the proposed methodology introduced here may help Degree Coordinators to detect deficiencies at an early stage.

As future lines, we are studying the use of data mining and statistical techniques to extract patterns of lecturers' behaviors. These behaviors will show a lecturer their strengths and weaknesses, and therefore he/she will be able to act accordingly. In this sense we are studying how to extend the sample both in a time span and number of lecturers from other universities to generate lecturers' profiles according to such behaviors. As an example, we have obtained 50GB of data relevant to lecturers' event logs from the 2003-2016 period only in our University.

Another interesting line we are working on is an extension of OnlineData to automatically recommend some actions to Degree Coordinators when some deficiencies are detected in the subjects of their programs. To this end we will apply OntoSakai, (Muñoz, Lasheras, Capel, Cantabella, & Caballero, 2015), a semantic extension for LMS combining context information and expert knowledge represented through an ontology model.

### **Acknowledgments**

This work is supported by the Spanish MINECO under grant TIN2016-78799-P. Authors would like to thank the Online Department of this University for their participation in this paper. They would also like to thank coordinators and lecturers involved in the study.



## References

- Arbaugh, J. B. (2014). System, scholar or students? Which most influences online MBA course effectiveness? *Journal of Computer Assisted Learning*, 30 (4), 349-362.
- Augustsson, G., & Jaldemark, J. (2014). Online supervision: a theory of supervisors strategic communicative influence on student dissertations. *Higher Education*, 67 (1), 19–33.
- Boone, H. N., & Boone, D. A. (2012). Analyzing Likert data. *Journal of Extension*, 50 (2), 1–5.
- Bright, S. (2012). E-learning lecturer workload: working smarter or working harder. In M. Brown, M. Hartnett, & T. Stewart (Eds.), *Proceedings of ascilite - australian society for computers in learning in tertiary education annual conference 2012*. Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education.
- Cantabella, M., Lopez-Ayuso, B., Munoz, A., & Caballero, A. (2016). A tool for monitoring lecturers' interactions with learning management systems. *Revista Espanola de Documentacion Cientifica*, 39 (4), e153.
- Carr, L. J., Walaska, K. A., & Marcus, B. H. (2011). Feasibility of a portable pedal exercise machine for reducing sedentary time in the workplace. *British journal of sports medicine*, bjsports79574.
- Cavus, N. (2013). Selecting a learning management system (LMS) in developing countries: instructors' evaluation. *Interactive Learning Environments*, 21 (5), 419-437.
- Cavus, N. (2015). Distance learning and learning management systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 191, 872 - 877.
- Chiang, C.-F., Hsiao-Chien, T., Chiang, C. C., & Hung, J.-L. (2015). A case study on learning analytics using experience API. In *Society for information technology & teacher education international conference* (Vol. 2015, pp. 2273–2278).
- Christie, M., & Garrote Jurado, R. (2011). Lecturer engagement in the use of interactive tools in learning management systems. a Swedish case study. In *Ascilite 2011 changing demands, changing directions*. Wrest Point, Hobart Tasmania Australia, 4-7 december.

- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319–340.
- Ellis, R. A., Hughes, J., Weyers, M., & Riding, P. (2009). University teacher approaches to design and teaching and concepts of learning technologies. *Teaching and Teacher Education*, 25 (1), 109–117.
- Eom, S., Ashill, N. J., & Arbaugh, J. B. (2016). Guest editors' introduction to the special issue. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 14 (2), 124–127.
- Espasa, A., & Meneses, J. (2010). Analysing feedback processes in an online teaching and learning environment: an exploratory study. *Higher education*, 59 (3), 277–292.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C.-C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26 (6), 563–573.
- Marsh, H. W. (1982). SEEQ: A reliable, valid, and useful instrument for collecting students' evaluations of university teaching. *British journal of educational psychology*, 52 (1), 77–95.
- Marshall, V., & Schriver, R. (1994). Using evaluation to improve performance. *Technical and Skills Training*, 6–9.
- Muñoz, A., Lasheras, J., Capel, A., Cantabella, M., & Caballero, A. (2015). Ontosakai: On the optimization of a learning management system using semantics and user profiling. *Expert Systems with Applications*, 42 (15), 5995–6007.
- Park, J. Y. (2014). Course evaluation: reconfigurations for learning with learning management systems. *Higher Education Research & Development*, 33 (5), 992–1006.
- Rienties, B., Brouwer, N., & Lygo-Baker, S. (2013, January). The effects of online professional development on higher education teachers' beliefs and intentions towards learning facilitation and technology. *Teaching and Teacher Education*, 29, 122 – 131.
- Rienties, B., & Toetenel, L. (2016). The impact of learning design on student behaviour, satisfaction and performance: A cross-institutional comparison across 151 modules. *Computers in Human Behavior*, 60, 333 - 341.

- Sanders-Smith, S. C., Smith-Bonahue, T. M., & Soutullo, O. R. (2016). Practicing teachers' responses to case method of instruction in an online graduate course. *Teaching and Teacher Education*, 54, 1–11.
- Seidel, T., Blomberg, G., & Renkl, A. (2013). Instructional strategies for using video in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 34, 56 - 65.
- Siemens, G., & Long, P. (2011). Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46 (5), 30.
- Stringhini, S., Berkman, L., Dugravot, A., Ferrie, J. E., Marmot, M., Kivimaki, M., & Singh-Manoux, A. (2012). Socioeconomic status, structural and functional measures of social support, and mortality the british whitehall ii cohort study, 1985–2009. *American journal of epidemiology*, kwr461.
- Teo, T. (2010). A path analysis of pre-service teachers' attitudes to computer use: applying and extending the technology acceptance model in an educational context. *Interactive Learning Environments*, 18 (1), 65-79.
- Thuseethan, S., Achchuthan, S., & Kuhanesan, S. (2015). Usability evaluation of learning management systems in sri lankan universities. *Global Journal of Computer Science and Technology*, 15 (1), 12 pages.
- Van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & Peters, O. (2011). Rethinking internet skills: The contribution of gender, age, education, internet experience, and hours online to medium- and content-related internet skills. *Poetics*, 39 (2), 125–144.
- Van Slyke, C., Kittner, M., & Belanger, F. (1998). Distance education: A telecommuting perspective. *AMCIS 1998 Proceedings*, 666-668.
- Yeh, Y. C. (2010). Integrating collaborative PBL with blended learning to explore preservice teachers' development of online learning communities. *Teaching and Teacher Education*, 26 (8), 1630–1640.



# Capítulo 3

## Resultados

Este capítulo resume los méritos más relevantes obtenidos durante la elaboración de esta tesis doctoral, así como las conclusiones derivadas de la misma y futuras líneas de investigación. También se proporcionan los datos relativos a la calidad de las publicaciones que la componen.

### 3.1 Conclusiones

Analizaremos los resultados obtenidos siguiendo el orden de los objetivos definidos en la sección 1.2, que corresponden a los artículos que engloban el compendio de esta tesis doctoral.

**Objetivo 1:** *Utilizar la Web Semántica para la recomendación de buenas prácticas docentes.*

El objetivo 1 se resuelve en el primero de los artículos [52] que podemos encontrar en la sección 2.1. En él se establecen modelos de conocimiento semántico de los procesos incluidos en LMS a través del uso de ontologías. Dicho artículo propone un modelo de conocimiento ontológico, OntoSakai, capaz de crear servicios de recomendación personalizados para usuarios en el uso de herramientas de los LMS. Se ha realizado un estudio exhaustivo de las herramientas y eventos más relevantes de Sakai. Esta información se utiliza para capturar la semántica necesaria en OntoSakai y poder crear servicios de recomendación y personalización.

Nuestra ontología OntoSakai se nutre de la información de contexto que proporciona Sakai y está compuesta por cuatro ontologías relacionadas, las cuales engloban las diferentes áreas del proceso de enseñanza-aprendizaje: competencias, perfiles de usuarios, herramientas de aprendizaje y clasificación semántica de los elementos en un LMS. Las ontologías que componen el modelo OntoSakai son las cuatro siguientes:

- SakaiCoreOnt: incluye una descripción semántica de las herramientas que integran Sakai, considerando las principales características de cada una de ellas y sus contenidos.

- SakaiClassificationOnt: ofrece una clasificación de todos los elementos que engloban Sakai (herramientas, usuarios y contenidos), cuya finalidad es relacionar semánticamente el material disponible de cada herramienta por curso académico.
- OntoCompetence: como muestra el trabajo [51], modela la evaluación del estudiante durante el proceso de aprendizaje, donde se evalúa el número de participaciones en foros, tareas de evaluación, notas, etc.
- SakaiProfileOnt: define perfiles de usuario dependiendo de sus eventos generados en Sakai.

Para la toma de decisiones, nuestro modelo de conocimiento integra un conjunto de reglas expertas, nutridas desde el vocabulario semántico que proporciona OntoSakai y de este modo, poder traducir a lenguaje máquina las reglas definidas por el experto en el dominio. Por último, se definen tres grupos de reglas expertas que dependen del tipo de información que se desea inferir del modelo semántico: (a) para recomendaciones en el uso del LMS, (b) asignación de perfiles y (c) una combinación de las anteriores, que ofrece una recomendación personalizada dependiendo del perfil de usuario.

**Objetivo 2:** *Analizar modelos de comportamiento del profesorado en LMS.*

El segundo artículo [49] descrito en la sección 2.2 que corresponde al objetivo 2, surge ante la necesidad de identificar distintos patrones de comportamiento en los LMS dependiendo del perfil de usuario. Este artículo estudia los módulos de monitorización incluidos en diferentes LMS y los informes de análisis generados por estos, poniendo de manifiesto que la interacción de los docentes queda totalmente relegada, centrándose únicamente en el perfil del alumnado. Este hecho dificulta una labor primordial, como es la medición de la actividad del profesorado en las diferentes herramientas que integran los LMS. A su vez, también imposibilita realizar un seguimiento y coordinación de su trabajo, que ayudarían a detectar posibles incidencias de uso, descubrir limitaciones de las herramientas que componen los LMS, o incluso el desarrollo de nuevas metodologías docentes que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje. Entre otros factores limitantes de los módulos de monitorización, destacamos la reducida extensibilidad y personalización en la selección de parámetros a evaluar y la dificultad de interpretar dichos informes.

En este artículo se presenta el desarrollo de una herramienta propia, OnlineData, integrada con Sakai y basada en técnicas de análisis visual. Dicha herramienta ofrece diferentes vistas para la medición de métricas de evaluación en la interacción del profesorado con Sakai. OnlineData es capaz de facilitar la labor de coordinación docente, y de este modo, detectar posibles incidencias de un modo fácil y rápido en la actividad del profesorado, a través de informes generados sobre Sakai.

**Objetivo 3:** *Mejorar el proceso de interacción y seguimiento de coordinación docente en LMS.*

El último de los objetivos definidos en esta tesis doctoral se implementa en el último artículo que forma parte de este compendio [50], sección 2.3. En este artículo se realiza una comparación entre la percepción del docente en el uso de herramientas LMS con su desempeño real en las mismas, con la finalidad de identificar posibles deficiencias y poder evaluar la complejidad, uso y utilidad de las diferentes herramientas que componen el LMS. También contribuye a definir nuevas metodologías docentes que pueden ser clasificadas en distintas categorías, atendiendo a criterios de modalidad, titulación y/o facultad, permitiendo la implementación de servicios de personalización y recomendación.

Para la evaluación de la actividad docente, primero se realiza un análisis estadístico a través de encuestas realizadas al profesorado, permitiendo de este modo conocer la percepción subjetiva de los profesores al usar herramientas LMS; en segundo lugar se analizan los datos extraídos de Onlinedata, que aportan la parte objetiva del estudio; por último se contrastan los resultados obtenidos en las fases anteriores.

El estudio comparativo realizado entre el uso subjetivo y objetivo de las herramientas que engloban Sakai demuestra que los profesores tienen una percepción general sobrestimada sobre la frecuencia con la que utilizan dichas herramientas. Los resultados también muestran que existen diferencias relevantes con respecto a la usabilidad y utilidad de las herramientas LMS según la modalidad de aprendizaje. Sin embargo, con respecto al nivel de complejidad de tales herramientas, existe un criterio uniforme para todas las modalidades.

Gracias a los resultados obtenidos en esta tesis doctoral, se podrán definir nuevas metodologías docentes que mejoren el proceso de enseñanza-aprendizaje en las enseñanzas e-learning. Actualmente estamos trabajando en una prueba de concepto, donde aplicamos los resultados obtenidos de los tres artículos en una asignatura impartida en la modalidad a distancia. Con el fin de mejorar la metodología docente en e-learning, se realiza un estudio donde se evalúa la dificultad y evolución del proceso de aprendizaje del alumnado en el Grado de Ingeniería Informática. Para tal fin se decide abordar la materia de programación, una de las áreas principales de la formación básica en dicho Grado. Nos centramos en las asignaturas Programación Paralela (PP) y Desarrollo de Aplicaciones Distribuidas (DAD), puesto que ambas tienen un mayor nivel de dificultad para los estudiantes, frente a las asignaturas de programación que establecen los principios básicos en dicha área.

Se ha detectado que en la asignatura de PP, al ser una asignatura muy especializada, los estudiantes tienen dificultades para adquirir habilidades de programación y superar sus competencias, especialmente en la modalidad a distancia. Nuestro objetivo será identificar los posibles indicadores de esta carencia y ofrecer soluciones mediante el uso de OntoSakai.

Para tal fin, se realiza un estudio donde se comparan los resultados de ambas asignaturas. En primer lugar, se mide el rendimiento académico en PP y DAD

usando datos de Sakai en las diferentes metodologías donde se imparte (a distancia y presencial), que son evaluados con las herramientas propuestas en esta tesis. En segundo lugar se evalúa el uso y eficiencia real de las herramientas integradas en la plataforma e-learning, comparando tres factores: (1) la actividad de los estudiantes en el LMS, (2) las calificaciones obtenidas y (3) el seguimiento de la actividad docente en el LMS mediante el uso de OnlineData. Por último, tras analizar los resultados, se proponen varias estrategias para facilitar la comunicación entre profesores y estudiantes mediante el uso de OntoSakai que nos ayudará a crear servicios de recomendación personalizados, tanto para estudiantes como para docentes, solucionando las dificultades detectadas en la asignatura de PP.



## 3.2 Vías Futuras

En esta sección se proponen nuevas líneas de investigación tomando como base esta tesis doctoral, con el objetivo de seguir avanzando en el análisis de datos obtenidos a través de LMS en enseñanzas universitarias.

- Una primera propuesta sería la integración de nuestra ontología OntoSakai con el LMS Sakai. Para ello es necesario desarrollar un framework para capturar los datos de Sakai, añadirlos a la ontología y mostrar los resultados de los informes obtenidos mediante los argumentos generados por OntoSakai. Estructuramos el proceso de integración en tres fases:
  1. En la primera fase se capturarán los eventos generados por los usuarios en Sakai en un formato específico, mediante el estándar Experience API [29], especializado en estructurar y almacenar los datos obtenidos de las interacciones de usuarios de plataformas e-learning, con el objetivo de definir un modelo de datos que agrupe la información producida por los usuarios en los LMS.
  2. En segundo lugar, debemos evaluar como trabajar con el modelo de datos creado en la primera fase. Para ello se estudiarán dos tecnologías: ICUPRES [35], donde los datos son almacenados y tratados a través de un repositorio y AspectJ [4], que trabaja con el modelo de datos a tiempo real, sin necesidad de almacenar previamente la información.
  3. Por último, se desarrollará un modelo final que deberá integrar OntoSakai con el modelo de datos de la fase anterior, capaz de razonar sobre el conocimiento obtenido y así ofrecer recomendaciones personales a través de reglas expertas.
- Otra posible línea de investigación sería realizar un estudio paralelo al del profesorado con el desempeño real de los estudiantes en Sakai. Esta línea tiene como objetivo contrastar los resultados obtenidos en ambos estudios y descubrir conexiones que ayuden a detectar otras posibles carencias o necesidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Del mismo modo, en trabajos futuros se podrían contrastar los resultados del estudio con las notas obtenidas por los estudiantes. Por ejemplo, en el caso de que las calificaciones no fueran las deseadas, la aplicación podría generar informes de recomendación que mostrasen las descargas de contenidos y foros más demandados en relación a las notas obtenidas; en consecuencia, el docente podría reforzar la asignatura en futuras convocatorias.
- También es interesante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el uso de minería de datos y de técnicas estadísticas para analizar el gran volumen de datos extraídos de los LMS, incluso utilizando técnicas de análisis de Big Data. Con esta línea de investigación se podría avanzar en la búsqueda de patrones de

comportamiento de los usuarios de manera rápida y efectiva, mostrándoles sus fortalezas y debilidades y por lo tanto poder actuar en consecuencia. Actualmente estamos trabajando en este campo [10] [48], donde se analizan las posibles relaciones entre las herramientas integradas en Sakai con el número de eventos y conexiones que realizan los estudiantes, teniendo en cuenta la modalidad en la que estén matriculados (presencial, a distancia o semipresencial). El estudio se divide en tres pasos:

1. Adquisición y almacenamiento de los datos: en primer lugar se extrae la información almacenada en la base de datos de Sakai al data warehouse HIVE [45]. Para trabajar con estos datos se ha seleccionado una solución Big Data basada en Cloudera [16], que utiliza una implementación Hadoop Distributed File System (HDFS). La figura 3.1 muestra el esquema de la arquitectura seleccionada para el paso de adquisición y almacenamiento de datos y las tecnologías involucradas.
2. Análisis de los datos: para el análisis estadístico se usan consultas HiveQL y se implementa el algoritmo Apriori [1], teniendo en cuenta las características específicas del estudio en el ámbito educativo.
3. Visualización de los datos: Por último, para la representación de resultados se han seleccionado las herramientas Tableau [32] y QlikSense [24].

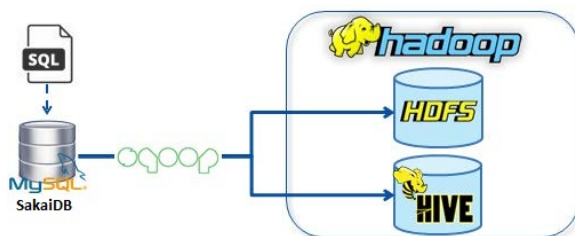


Figura 3.1: Arquitectura Big Data para la adquisición y almacenamiento de datos en Sakai.

- Por último, sería útil analizar y clasificar el conocimiento obtenido de las líneas de investigación definidas en esta sección, haciendo crecer nuestra ontología. Por ejemplo, ampliar OntoSakai con las valoraciones que los alumnos realizan sobre los materiales incluidos en Sakai y su opinión sobre la metodología docente seguida en las asignaturas. De este modo se podrán crear nuevas reglas de conocimiento que servirán a los docentes para la mejora continua del proceso de enseñanza.

### 3.3 Datos relativos a la calidad de las publicaciones

En este apartado se aportan todos los índices principales de calidad de las revistas en las que han sido publicados los artículos que componen el compendio de la presente tesis doctoral.

#### 3.3.1 OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling - Expert Systems with Applications

En las figuras 3.2-3.3 se muestran los datos relativos a la calidad de la revista *Expert Systems with Applications*, en la que fue publicado el artículo *OntoSakai: On the optimization of a Learning Management System using semantics and user profiling*, primero de los artículos que conforman este compendio.

**EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS**  
 ISSN: 0957-4174  
 PERGAMON-ELSEVIER SCIENCE LTD  
 THE BOULEVARD, LANGFORD LANE, KIDLINGTON, OXFORD OX5 1GB, ENGLAND  
 USA  
[Go to Journal Table of Contents](#)

**Titles**  
 ISO: Expert Syst. Appl.  
 JCR Abbrev. EXPERT SYST APPL

**Categories**  
 COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE - SCIE;  
 ENGINEERING, ELECTRICAL & ELECTRONIC - SCIE;  
 OPERATIONS RESEARCH & MANAGEMENT SCIENCE - SCIE;

**Languages**  
 ENGLISH  
 24 Issues/Year;

Figura 3.2: Título y datos de la revista de publicación.

JCR Year	COMPUTER SCIENCE, ARTIFICIAL INTELLIGENCE		
	Rank	Quartile	JIF Percentile
2016	18/133	Q1	86.842
2015	19/130	Q1	85.769
2014	29/123	Q1	76.829
2013	30/121	Q1	75.620
2012	31/115	Q2	73.478

Figura 3.3: Indicadores clave de los últimos cinco años.

### 3.3.2 Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje - Revista Española de Documentación Científica

En las siguientes figuras 3.4-3.5 se aportan los datos relativos a la calidad de la revista *Revista Española de Documentación Científica*, en la que fue publicado el artículo *Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en Entornos Virtuales de Aprendizaje*, segundo de los artículos que conforman la presente tesis doctoral.

**Revista Española de Documentación Científica**  
 ISSN: 0210-0614  
 CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS-CSIC  
 VITRUVIO 8, 28009 MADRID, SPAIN  
 SPAIN  
[Go to Journal Table of Contents](#)

**Titles**  
 ISO: Rev. Esp. Doc. Cient.  
 JCR Abbrev: REV ESP DOC CIENT

**Categories**  
 INFORMATION SCIENCE &  
 LIBRARY SCIENCE - SSCI

**Languages**  
 SPANISH

4 Issues/Year;  
 Open Access from 1996

Figura 3.4: Título y datos de la revista de publicación.

JCR Year	INFORMATION SCIENCE & LIBRARY SCIENCE		
	Rank	Quartile	JIF Percentile
2016	54/85	Q3	37.059
2015	59/86	Q3	31.977
2014	42/85	Q2	51.178
2013	40/84	Q2	52.978
2012	51/85	Q3	40.588

Figura 3.5: Indicadores clave de los últimos cinco años.

### 3.3.3 Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions - Interactive Learning Environments

En las figuras 3.6-3.7 se reflejan los datos relativos a la calidad de la revista *Interactive Learning Environments*, en la que fue publicado el artículo *Analysis and evaluation of lecturers' activity in Learning Management Systems: Subjective and objective perceptions*, el último de los artículos que conforman este compendio.

**INTERACTIVE LEARNING ENVIRONMENTS**

ISSN: 1049-4820

ROUTLEDGE JOURNALS, TAYLOR & FRANCIS LTD  
2-4 PARK SQUARE, MILTON PARK, ABINGDON OX14 4RN, OXON, ENGLAND  
**ENGLAND**

[Go to Journal Table of Contents](#)

**Titles**  
ISO: Interact. Learn. Environ.  
JCR Abbrev: INTERACT LEARN ENVIR

**Categories**  
EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH - SSCI

**Languages**  
ENGLISH

6 Issues/Year

Figura 3.6: Título y datos de la revista de publicación.

JCR Year	EDUCATION & EDUCATIONAL RESEARCH		
	Rank	Quartile	JIF Percentile
2018	51/235	Q1	78.511
2015	74/231	Q2	68.182
2014	45/224	Q1	80.134
2013	107/219	Q2	51.370
2012	39/219	Q1	82.420

Figura 3.7: Indicadores clave de los últimos cinco años.



# Capítulo 4

## Bibliografía

### 4.1 Referencias

- [1] Rakesh Agarwal, Ramakrishnan Srikant, et al. Fast algorithms for mining association rules. In *Proc. of the 20th VLDB Conference*, pages 487–499, 1994.
- [2] Beatrice Aguti, Gary B Wills, and Robert J Walters. An evaluation of the factors that impact on the effectiveness of blended e-learning within universities. In *Information Society (i-Society), 2014 International Conference on*, pages 117–121. IEEE, 2014.
- [3] Natalia Andrienko and Gennady Andrienko. Visual analytics of movement: An overview of methods, tools and procedures. *Information Visualization*, page 1473871612457601, 2012.
- [4] AspectJ. <https://goo.gl/brnzuh>, March 10th, 2018.
- [5] E Bae, PWC Prasad, Abeer Alsadoon, and Kamini Bajaj. Framework to improve delivery methods in higher education through online learning. In *2015 IEEE 7th International Conference on Engineering Education (ICEED)*, pages 130–134. IEEE, 2015.
- [6] John M Beckem, Michael Watkins, et al. Bringing life to learning: Immersive experiential learning simulations for online and blended courses. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 16(5):61–70, 2012.
- [7] Wannasiri Bhuasiri, Oudone Xaymoungkhoun, Hangjung Zo, Jae Jeung Rho, and Andrew P Ciganek. Critical success factors for e-learning in developing countries: A comparative analysis between ict experts and faculty. *Computers & Education*, 58(2):843–855, 2012.
- [8] Erik W Black, Kara Dawson, and Jason Priem. Data for free: Using lms activity logs to measure community in online courses. *The Internet and Higher Education*, 11(2):65–70, 2008.

- [9] Oliver Bohl, Jörg Scheuhase, Ruth Sengler, and Udo Winand. The sharable content object reference model (scorm)-a critical review. In *Computers in education, 2002. proceedings. international conference on*, pages 950–951. IEEE, 2002.
- [10] M. Cantabella, E. D. de la Fuente, R. Martínez-España, B. Ayuso, and A. Muñoz. Searching for behavior patterns of students in different training modalities through learning management systems. In *2017 International Conference on Intelligent Environments (IE)*, pages 44–51, Aug 2017.
- [11] Magdalena Cantabella, Belén López-Ayuso, Andrés Muñoz, and Alberto Caballero. Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en entornos virtuales de aprendizaje. *Revista española de Documentación Científica*, 39(4):153, 2016.
- [12] Magdalena Cantabella, Belén López-Ayuso, Andrés Muñoz, and Alberto Caballero. Analysis and evaluation of lecturers’ activity in learning management systems: Subjective and objective perceptions. 10 2017.
- [13] Magdalena Cantabella, Andrés Muñoz, and Alberto Caballero. Ontocompetence: An ontology model to evaluate competence. *Global Journal on Technology*, 3, 2013.
- [14] Nadire Cavus. Distance learning and learning management systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191:872 – 877, 2015. The Proceedings of 6th World Conference on educational Sciences.
- [15] Rebeca Cerezo, Miguel Sánchez-Santillán, M Puerto Paule-Ruiz, and J Carlos Núñez. Students’ lms interaction patterns and their relationship with achievement: A case study in higher education. *Computers & Education*, 96:42–54, 2016.
- [16] Cloudera. <https://goo.gl/1kz6je>, March 10th, 2018.
- [17] Jason Cole and Helen Foster. *Using Moodle: Teaching with the popular open source course management system*. .°Reilly Media, Inc.”, 2007.
- [18] José Luis García Cué, José Antonio Santizo Rincón, and Catalina M Alonso García. Instrumentos de medición de estilos de aprendizaje. *Journal of Learning Styles*, 2(4), 2009.
- [19] Luiz Cláudio Nogueira da Silva, Francisco Milton Mendes Neto, Luiz Jácome Júnior, and Raphael de Carvalho Muniz. Recommendation of learning objects in an ubiquitous learning environment through an agent-based approach. In *Virtual and Networked Organizations, Emergent Technologies and Tools*, pages 101–110. Springer, 2012.
- [20] Declan Dagger, Alexander O’Connor, Seamus Lawless, Eddie Walsh, and Vincent P Wade. Service-oriented e-learning platforms: From monolithic systems to flexible services. *IEEE Internet Computing*, 11(3), 2007.



- 
- [21] Eden Dahlstrom, D Christopher Brooks, and Jacqueline Bichsel. The current ecosystem of learning management systems in higher education: Student, faculty, and it perspectives, 2014.
- [22] Eva Durall Gazulla, Begoña Gros Salvat, Marcelo Fabián Maina, Larry Johnson, and Samantha Adams. *Perspectivas tecnológicas: educación superior en iberoamérica 2012-2017*. 2012.
- [23] Sakai Features. <https://goo.gl/uq7w1a>, March 10th, 2018.
- [24] Miguel García and Barry Harmsen. *Qlikview 11 for developers*. Packt Publishing Ltd, 2012.
- [25] Francisco José GARCÍA-PENALVO and Antonio Miguel SEOANE PARDO. An updated review of the concept of elearning. tenth anniversary. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 16(1):119–144, 2015.
- [26] Thomas R Gruber. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? *International journal of human-computer studies*, 43(5-6):907–928, 1995.
- [27] Eva Heinrich, John D Milne, and Maurice Moore. An investigation into e-tool use for formative assignment assessment-status and recommendations. *Educational Technology & Society*, 12(4):176–192, 2009.
- [28] JR Hilera and R Hoya. *Guía de consulta de estándares de e-learning*. universidad de alcalá, 2010.
- [29] Jonathan M Kevan and Paul R Ryan. Experience api: Flexible, decentralized and activity-centric data collection. *Technology, knowledge and learning*, 21(1):143–149, 2016.
- [30] Davinia Hernández Leo, Juan I Asensio Pérez, and Yannis A Dimitriadis. Ims learning design support for the formalization of collaborative learning patterns. In *Advanced Learning Technologies, 2004. Proceedings. IEEE International Conference on*, pages 350–354. IEEE, 2004.
- [31] Andrés Muñoz, Joaquín Lasheras, Ana Capel, Magdalena Cantabella, and Alberto Caballero. Ontosakai: On the optimization of a learning management system using semantics and user profiling. *Expert Systems with Applications*, 42(15):5995–6007, 2015.
- [32] Ashutosh Nandeshwar. *Tableau data visualization cookbook*. Packt Publishing Ltd, 2013.

- [33] Julius T Nganji, Mike Brayshaw, and Brian Tompsett. Ontology-based e-learning personalisation for disabled students in higher education. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 10(1):1–11, 2011.
- [34] State of Higher Ed LMS. <https://goo.gl/4ab7ux>, March 10th, 2018.
- [35] Alberto OLIVA and Alberto CABALLERO. Icupres: To a standardized learning management systems. 2016.
- [36] Sophie E Peter, Elizabeth Bacon, and Mohammad Dastbaz. Adaptable, personalised e-learning incorporating learning styles. *Campus-Wide Information Systems*, 27(2):91–100, 2010.
- [37] Lizeth Xiomara Vargas Pulido, Nicolás Olaya Villamil, and Giovanny Tarazona. E-learning platforms analysis for encourage colombian education. In *International Conference on Knowledge Management in Organizations*, pages 107–118. Springer, 2017.
- [38] Jason Rhode, Stephanie Richter, Peter Gowen, Tracy Miller, and Cameron Wills. Understanding faculty use of the learning management system. *Online Learning*, 21(3), 2017.
- [39] Beth Rubin, Ron Fernandes, Maria D Avgerinou, and James Moore. The effect of learning management systems on student and faculty outcomes. *The Internet and Higher Education*, 13(1):82–83, 2010.
- [40] Judith Schoonenboom. Using an adapted, task-level technology acceptance model to explain why instructors in higher education intend to use some learning management system tools more than others. *Computers & Education*, 71:247–256, 2014.
- [41] George Siemens and Phil Long. Penetrating the fog: Analytics in learning and education. *EDUCAUSE review*, 46(5):30, 2011.
- [42] H Srimathi. Knowledge representation of lms using ontology. *International Journal of Computer Applications*, 6(3), 2010.
- [43] Pei-Chen Sun, Ray J Tsai, Glenn Finger, Yueh-Yang Chen, and Dowming Yeh. What drives a successful e-learning? an empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & education*, 50(4):1183–1202, 2008.
- [44] Chao Boon Teo and Robert Kheng Leng Gay. A knowledge-driven model to personalize e-learning. *Journal on Educational Resources in Computing (JERIC)*, 6(1):3, 2006.

- [45] Ashish Thusoo, Joydeep Sen Sarma, Namit Jain, Zheng Shao, Prasad Chakka, Suresh Anthony, Hao Liu, Pete Wyckoff, and Raghotham Murthy. Hive: a warehousing solution over a map-reduce framework. *Proceedings of the VLDB Endowment*, 2(2):1626–1629, 2009.
- [46] Zhiwen Yu, Yuichi Nakamura, Seie Jang, Shoji Kajita, and Kenji Mase. Ontology-based semantic recommendation for context-aware e-learning. In *International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing*, pages 898–907. Springer, 2007.
- [47] Xiaojin Zhu and Andrew B Goldberg. Introduction to semi-supervised learning. *Synthesis lectures on artificial intelligence and machine learning*, 3(1):1–130, 2009.

## 4.2 Mis Publicaciones

- [48] E. D. de la Fuente R. Martínez-España López-Ayuso Belén Cantabella, Magdalena and Andrés Muñoz. Searching for behavior patterns of students in different training modalities through learning management systems. In *2017 International Conference on Intelligent Environments (IE)*, pages 44–51, Seoul, Republic of Korea, 2017.
- [49] Magdalena Cantabella, Belén López-Ayuso, Andrés Muñoz, and Alberto Caballero. Una herramienta para el seguimiento del profesorado universitario en entornos virtuales de aprendizaje. *Revista española de Documentación Científica*, 39(4):153, 2016.
- [50] Magdalena Cantabella, Belén López-Ayuso, Andrés Muñoz, and Alberto Caballero. Analysis and evaluation of lecturers’ activity in learning management systems: Subjective and objective perceptions. *Interactive Learning Environments*, 10 2017.
- [51] Magdalena Cantabella, Andrés Muñoz, and Alberto Caballero. Ontocompetence: An ontology model to evaluate competence. In *AWERProcedia Information Technology & Computer Science*, Barcelona, Spain, 2013.
- [52] Andrés Muñoz, Joaquín Lasheras, Ana Capel, Magdalena Cantabella, and Alberto Caballero. Ontosakai: On the optimization of a learning management system using semantics and user profiling. *Expert Systems with Applications*, 42(15):5995–6007, 2015.