

Modelo basado en servicios web para la visualización de Moodle

Diego Alonso Gómez Aguilar ¹, Miguel Ángel Conde González ², Roberto Theron ¹,
Francisco García Peñalvo ²

¹Departamento de Informática y Automática

² Departamento de Informática y Automática / Instituto de Investigación en Ciencias de la Educación / Grupo de investigación GRIAL

Universidad de Salamanca, España
{dialgoag, mconde, theron, fgarcia} @usal.es

Resumen

A pesar del desarrollo de contenidos educativos, específicamente para los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS), y a pesar de las diversas características que éstos proporcionan en el proceso educativo, el conocimiento de la utilización real de los participantes individuales se ha convertido en una necesidad ineludible a fin de garantizar un funcionamiento adecuado y un eficaz uso de las plataformas *eLearning*. Además, el uso de herramientas visuales altamente interactivas para el análisis de los LMS puede proporcionar el beneficio de la comprensión del proceso educativo que se encuentra registrado en la base de datos asociada con el LMS. Este camino es el seguido por el modelo y herramienta visual de análisis presentado, cuya función principal es apoyar a las plataformas *eLearning*.

Palabras clave: *eLearning*, CMS; visualización, los servicios Web, SOA.

1. Introducción

El *eLearning* es comúnmente apoyado por sistemas de gestión de contenido de aprendizaje (del inglés, *Learning Content Management Systems* (LCMS)) o sistemas de gestión de cursos (del inglés, *Course de Management Systems* (CMS)). Tales entornos basados en la formación web se caracterizan por la utilización de grandes cantidades de información, una fuerte interactividad y una libertad total de espacio y tiempo. Los LCMS y CMS almacenan un registro de las actividades de los alumnos del curso en una base de datos y por lo general, estos sistemas tienen un módulo o apartado integrado de seguimiento de estudiantes que permite al

instructor ver algunos datos estadísticos, tales como el número de accesos realizados por el alumno a cada recurso, un registro de páginas visitadas, el número de inicios de sesión para cada día y así sucesivamente.

En la actualidad, el creciente uso de las nuevas tecnologías para el apoyo al aprendizaje ha fomentado la creación de nuevas herramientas. Éstas ayudan a obtener información que no está disponible a primera vista. Analizar y comprender esta información es esencial para la mejora del proceso de aprendizaje desde el punto de vista de los responsables institucionales, proveedores de contenidos educativos, maestros y estudiantes, en general, todos aquellos que puedan beneficiarse de la utilización de instrumentos eficaces de análisis actuales plataformas de aprendizaje.

Estas representaciones visuales ayudan a los usuarios a realizar rápidamente los aspectos más destacados de sus datos. Aumentar el proceso de razonamiento cognitivo a través del análisis perceptivo por medio de representaciones visuales interactivas que permiten que el proceso de análisis y razonamiento sea más rápido y más centrado. Los profesores, padres o tutores pueden utilizar esta información para supervisar las actividades de los estudiantes y para identificar problemas potenciales. Sin embargo, la obtención y análisis de esta información puede plantear varios problemas.

Según [1-2], *Visual Analytics* es un área emergente de investigación y la práctica tiene como objetivo apoyar el razonamiento analítico interactivo a través de interfaces visuales. Esta perspectiva tiene una limitación importante para su aplicación en los LMS, la extracción de información de plataformas de aprendizaje no es una problemática trivial y en la mayoría de los

casos significa modificar directamente el código fuente el LMS y / o herramienta de visualización (*hard-coding*). Al realizar esto normalmente se establece un vínculo con la plataforma y, peor aún, con una versión específica de ésta y / o la de la herramienta, causando que para versiones futuras de cualquiera de ambas partes peligré el buen funcionamiento en la comunicación. Existen diferentes enfoques como solución a esto, esta propuesta está basada en la Arquitectura Orientada a Servicios (SOA) [3]. En concreto, utiliza la capa de servicios web de Moodle [4] como un proxy para el intercambio de información.

El presente artículo está organizado como sigue: La siguiente sección es una revisión de trabajos relacionados con la visualización de los sistemas CMS, la tercera sección se refiere a la presentación de las ventajas y de la importancia del uso de la visualización de la herramienta de análisis interactivo y la visualización en plataformas *eLearning*, la cuarta sección es acerca de los problemas reales dentro del uso de herramientas de análisis (visuales o no) de la interacción en los CMS, junto a la última sección se presenta una propuesta del uso de servicios web para la plataforma Moodle y cliente de visualización para el análisis de los datos de la plataforma. La última sección describe las principales conclusiones y se proponen futuras líneas de trabajo.

2. Trabajos relacionados

Visualización es un término antiguo que recientemente ha recibido un gran interés en la comunidad informática, y pronto será la principal forma de interpretar la gran cantidad de datos generados por las técnicas de las ciencias computacionales. Se le ha definido como la "formación de imágenes visuales, el acto o proceso de interpretación en términos visuales, o de representación en forma visual". Una definición recientemente añadida es: "Una herramienta o método para la interpretación de datos que se introducen en un ordenador para la generación de imágenes de complejos y múltiples conjuntos de datos multidimensionales" [5].

Visual Analytics es un campo multidisciplinario que incluye las siguientes esferas prioritarias:

- las técnicas de razonamiento analítico (que permite a los usuarios obtener una visión profunda para el apoyo directo a la evaluación, planificación y toma de decisiones);
- representaciones visuales y técnicas de interacción (que explota la amplia banda del ojo humano para que los usuarios puedan ver, explorar y entender grandes cantidades de información de forma simultánea),
- representaciones de datos y las transformaciones (que convierte todos los tipos de datos contradictorios y dinámicos sobre las formas de apoyo de la visualización y análisis),
- y técnicas de apoyo a la producción, la presentación y la difusión de los resultados analíticos para comunicar la información en el contexto adecuado para una variedad de audiencias. Todas estas zonas se explican en detalle en [2].

Para una mayor comprensión de los trabajos relacionados sobre la visualización de los datos de las plataformas *eLearning*, se debe exponer antes unos conceptos básicos: en los foros, blogs y comentarios, cada mensaje tiene un remitente, fecha y tema; un conjunto de comentarios puestos en el tema de discusión está compuesto de un comentario inicial y todas sus respuestas consecuentes se les llama hilo; por último a la persona que envió el mensaje inicial en un hilo que se llama autor.

Mazza y Milani [6] muestran el instante en que los usuarios entran en la plataforma y una representación de la frecuencia de lectura y escritura en los foros, así como el iniciador del hilo. En [7], se muestran las visitas y mensajes a través del tiempo para cada persona en un CMS, mientras que en [8], los autores presentaron un software para ayudar a analizar los aspectos temporales de los debates en línea de un curso mediante los mapas de las relaciones temporales de los debates. Por último, Mazza y Dimitrova [9] sugieren un gráfico de dispersión representando los debates en línea y una matriz para visualizar el rendimiento de los estudiantes en las pruebas relacionadas con los conceptos de dominio.

Otro grupo de obras se refirió al uso de la visualización, en lugar de información de análisis, como parte del proceso de aprendizaje o como

recurso de apoyo para los cursos [10] [11]. Dichev et al. [12] hacen uso de ontologías y proponen el despliegue de mapas temáticos, con el apoyo de la información semántica, además de su administración interactiva.

En nuestro trabajo anterior [13], se ha propuesto la visualización interactiva de las redes sociales que se forman entre los participantes en torno a una actividad en la plataforma de educación en línea. Para una revisión de los patrones de búsqueda en la interacción de las redes de aprendizaje se refieren a [14]. Por último, una obra estrechamente relacionada dado a el uso de la variable temporal con el presente artículo es [15], quien se enfocó a la visualización de las estructuras narrativas y el estilo de aprendizaje de los estudiantes en los sistemas de *eLearning* y también el uso de una línea de tiempo simple de selección de las estructuras narrativas. Otro aspecto que se visualiza es la búsqueda, edición y revisión de contenidos educativos [16].

En cuanto a la aplicación de los servicios web a plataformas de aprendizaje, y en concreto a Moodle, dentro del enfoque de SOAP, Al-Ajlan [17] muestra las ventajas del uso de Moodle con WSMS (del inglés, *Web Services Matching and Selection*) y propone que pueden aplicarse genéricamente a todas los LMS. En [18] se presenta un marco de colaboración como arquitectura general de la colaboración basada en un modelo de servicios Web para el aprendizaje.

3. Importancia y ventajas

La comparación de la percepción visual con los demás sistemas sensoriales, da como resultado que la visión es el canal sensorial primario con la que la mente construye sus representaciones. Esto es así porque "se extiende al ser humano más allá de su propio cuerpo, es el mediador de otras impresiones sensoriales, y actúa como un estabilizador entre la persona y el mundo exterior." [19]. Entre todos los estímulos visuales, los que añaden un mayor conocimiento a los conocimientos, y en el menor periodo de tiempo, son las representaciones gráficas visuales. Esta es la razón de su gran importancia en el proceso de aprendizaje.

A pesar de la promesa y el entusiasmo por las visualizaciones para el aprendizaje, se sabe relativamente poco acerca de cómo las personas

piensan o aprenden con visualizaciones y multimedia. La representación de la realidad utilizando la tecnología es, en la mayoría de los casos, una determinante en la aceptación y la comprensión de la solución a problemas complejos. La visualización amplía las capacidades cognitivas humanas.

No hay que olvidar que un estudiante en la educación virtual está actuando en un entorno virtual de aprendizaje que requiere por tanto la posibilidad y la necesidad de representar la dinámica de la interacción del proceso de aprendizaje, que son apenas visibles en la forma orgánica. A diferencia del tradicional cara a cara la educación, todas las acciones o intervenciones que toman los individuos pueden ser reutilizados y representados en la misma plataforma y se quedan registrados en la base de datos, siendo esos datos necesarios para entender las relaciones tejidas entre las personas implicadas, tales como el reconocimiento de sus respectivas actuaciones en la plataforma para la mejora del aprendizaje y estrategias de enseñanza.

Tomando en cuenta lo antes mencionado podría suponerse que las representaciones visuales son la vía más rápida y efectiva de entendimiento. Por tanto que mejor que invitar a la creación de contenidos educativos con más representaciones visuales y, por parte de este proyecto, que mejor que crear representaciones visuales para entender el proceso de aprendizaje.

Según [20], las visualizaciones y técnicas de interacción tienen como objetivo:

- facilitar la comprensión de la enorme y continuamente creciente de colecciones de datos de múltiples tipos ofrecen marcos para el análisis de datos espaciales y temporales;
- apoyar la comprensión de la información incierta, incompleta y a menudo engañosas;
- proporcionar a los usuarios y la tarea adaptables representaciones guiadas que permiten a plena conciencia de la situación, mientras que el apoyo al desarrollo de acciones detalladas;
- y el apoyo a múltiples niveles de datos y abstracción de la información, incluida la integración de los diferentes tipos de información en una sola representación.

Los entornos virtuales de aprendizaje, como espacios educativos, ofrecen una serie de posibilidades de interacción social, profesor-alumno o entre los estudiantes, a través de diferentes canales de síncrona o asíncrona. Ellos también ofrecen posibilidades de interacción con una serie de diferentes materiales educativos, pero no dan una imagen o representación general de lo que sucede en estos espacios, y mucho menos una interacción con esta imagen para obtener de ella un análisis o nuevo conocimiento útil para la mejora del proceso de aprendizaje y la explotación total del entorno utilizado o por lo menos la comprensión de éste.

4. Problemas actuales

Es de sobra conocida, como determinan los autores anteriormente mencionados, la necesidad de resolver el problema del análisis de una gran cantidad de información que se encuentra en los LMS, además de ampliar el conjunto de datos no sólo al contenido de la información ontológica, datos estadístico y estándares de los objetos de aprendizaje en *eLearning*, sino también a los datos sociológicos, la evolución temporal del contenido del curso, la interacción profesor-alumno, y las redes sociales formadas por la relación tutor del estudiante, comparación entre grupos y/o conjunto de usuarios y permitir el añadir etiquetas personales de eventos externos.

Mediante el uso de estas herramientas visuales interactivas se puede resolver este problema, pero la mayoría de las soluciones reales de la representación visual están vinculadas y embebidas en las plataformas, por tanto:

- son dependientes de éstas,
- no permiten la obtención de datos o el intercambio de éstos con otros entornos de aprendizaje,
- trabajan únicamente online
- no permiten la obtención de datos de varias plataformas simultáneamente para su comparación.

Otros controvertido problema comentado en [7], es el que expresa la violación de la integridad personal. Dado que la recuperación de la información en modelos basados en WS depende de las capacidades del perfil del usuario, este

problema no puede existir en el modelo presentado, ya que el usuario podrá analizar solamente aquello que sus privilegios como usuario de la plataforma permitan.

5. Uso de las arquitecturas SOA e interacción con la herramienta visual

Actualmente hay una tendencia hacia la modularización de los sistemas informáticos. Ésta es debida a las ventajas que incorpora, como pueden ser la independencia de desarrollo y evolución, aumento de la seguridad, desarrollo escalable, ayudando así a la reutilización, adaptación y escalabilidad de los sistemas, etc. Por otra parte, se está trabajando en la producción de *software* de servicios independientes de la implementación subyacente.

Uniendo ambas concepciones surgen las arquitecturas SOA. Entre los elementos que fomentaron el desarrollo de las arquitecturas SOA se encuentran el desarrollo de diversos tipos de aplicaciones, las redes de ordenadores, las arquitecturas cliente servidor, etc.[21]. Las arquitecturas SOA suponen un paso más en los avances en arquitecturas de sistemas de información. En su nivel más básico, las arquitecturas orientadas a los servicios son una colección de servicios que se comunican entre ellos [22].

SOA es un paradigma relativamente reciente y no está implementado en muchos sistemas que se podrían beneficiar de las ventajas que conlleva. No obstante estos sistemas legados pueden ser adaptados a la arquitectura SOA a través de un proceso de *refactoring*. Los sistemas de *software* ya existentes deben ser constantemente mantenidos y sometidos a procesos de refactorización para preservar su valor de negocio, más aun teniendo en cuenta la rápida evolución de las y tecnologías *software* [23-24].

En el ámbito educativo la aplicación de SOA va a ser útil para conseguir adaptar los LMS a las tecnologías emergentes, a los nuevos modelos de interacción, a los frameworks o a las especificaciones, para transformar de este modo estos sistemas legados en plataformas de *eLearning* basadas en servicios [25]. Es evidente, por tanto, que aplicar este tipo de arquitecturas posibilita la comunicación con las plataformas de aprendizaje de una manera transparente y segura.

5.1. Moodle enfoque de capas

Desde el punto de vista arquitectónico de Moodle está basado en un modelo-vista-controlador. Este patrón es común en las aplicaciones interactivas que evolucionan con rapidez. Esta arquitectura se complementa con otros patrones que proporcionan flexibilidad al sistema. El núcleo del sistema está estructurado en módulos, cada uno de ellos proporciona una amplia gama de funciones. Cada módulo tiene una conexión y política de acceso basado en roles. Los roles determinan los privilegios que tiene adjudicado cada uno de los usuarios de la plataforma. Esta política tiene que ser considerado en el diseño de los servicios (figura 1).

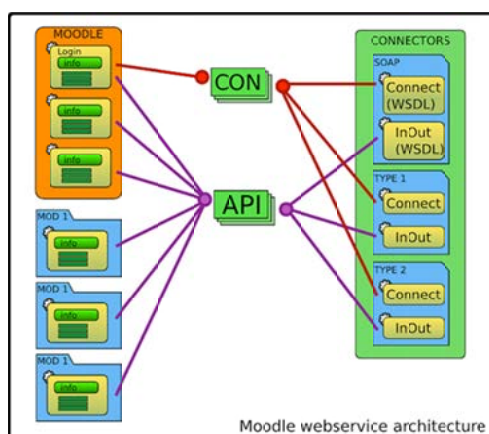


Figura 1. Arquitectura DFWS de Moodle

La adopción de SOA por parte de Moodle no es una tarea fácil, requiere de un conocimiento profundo de las bibliotecas principales de Moodle, de las funcionalidades proporcionadas, de las capacidades de cada usuario, etc. Martin Dougiamas, fundador de Moodle, encomendó en 2008 al grupo GESSI [26] el desarrollo de una nueva API para acceder a los servicios del núcleo de Moodle [27-28] con independencia de su implementación, que permanecería estable en las próximas versiones de Moodle. Esta API consiste en una serie de servicios web que encapsulan la mayor parte de las funcionalidades que una aplicación externa podría necesitar. En octubre de

2008 la capa de servicios web se integró en algunas distribuciones de Moodle a modo de prueba. Esta capa pretende ser útil para todos los desarrolladores que deseen definir aplicaciones para Moodle sin necesidad de modificar directamente el código de la plataforma LMS o de la aplicación (*hard-coding*).

A continuación se va a describir como la herramienta de visualización va a poder conectarse a esos servicios web y hacer uso de ellos para la obtención de información.

5.2. Herramienta visual.

Con el enfoque SOA, concretamente mediante el uso de los servicios Web (SW), se abre una nueva serie de posibles contextos de aplicación. Un ejemplo de esto, es el caso de esta herramienta, donde la recuperación de información de Moodle se realiza por medio de SW dotándole de una notable flexibilidad.

A raíz de este cambio en el modo de obtención de los datos, la herramienta de visualización es la evidencia de que es posible crear interfaces alternativas, administradores y clientes, lo que permite ampliar la interactividad y la interoperabilidad del eLearning con el ambiente exterior.

La visualización que se presenta es una herramienta visual interactiva que permite ser utilizada para analizar el uso y evolución de una plataforma CMS a través del tiempo.

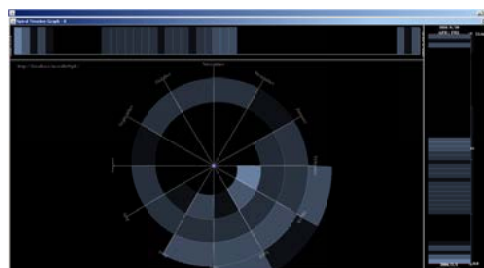


Figura 2. Aspecto inicial global de la visualización de la plataforma Moodle.

El principal objetivo de la visualización es proporcionar una representación compacta de la utilización cuantitativa temporal global del CMS, proporcionando así una visión general de la plataforma eLearning.

El aspecto global de la herramienta se puede observar en la Figura 2, y en [32] se puede encontrar la versión anterior de ésta.

Esta visualización se adapta a las necesidades del usuario, de forma que éste pueda explorar todos los periodos temporales disponibles, que van desde la vista general anual del uso de la plataforma hasta los detalles de una determinada persona o actividad dentro de un periodo de tiempo menor.

La conexión entre la herramienta y Moodle se realiza utilizando la capa de servicios web implementada en Moodle y se lleva a cabo en los siguientes pasos:

1. En primer lugar es necesario la autenticación del usuario para definir su perfil y permisos, esto es, si el usuario puede utilizar los servicios web y a que información tiene acceso.
2. En segundo lugar, el cliente puede invocar uno de los servicios web para recuperar la información de usuarios, cursos, etc.
3. Dependiendo de las capacidades de los usuarios será devuelta diferente información. La Figura 3 muestra los servicios utilizados de la API y la figura 4 uno de los servicio web de Moodle, en este caso concreto el de *logging*.

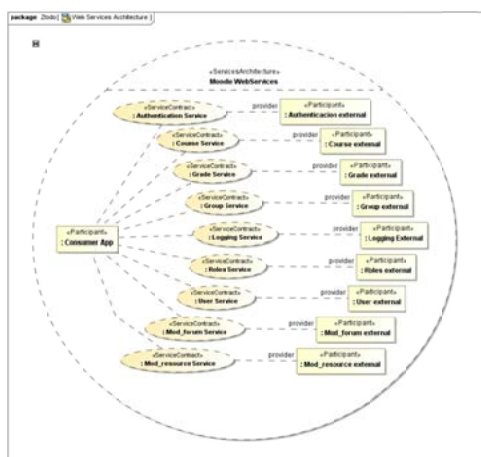


Figura 3. Servicios web de Moodle.

Estos diagramas se han modelado utilizando la especificación SOAML (arquitectura orientada a servicios Modeling Language) y el diseño en la arquitectura SOA.

Una vez obtenida la información, los datos son pre-procesados y formateados para mostrar se correctamente a través de la herramienta de visualización.

Esta herramienta visual nos permite explorar datos temporales, que en este caso se refieren a las actividades existentes en un LMS, pudiendo fácilmente representar otra fuente de datos. Cada una de estas representaciones temporales de las actividades puede ser filtrada por curso, por persona, por periodo de tiempo o por tipo de actividad con la ayuda del menú contextual (figura 7) y por medio de la interacción con la propia representación gráfica de cada elemento visualización.

La herramienta de análisis visual está constituida por tres zonas visuales, a través de éstas permite realizar tanto zooms gráficos como semánticos (el zoom semántico es aquél que cambia el tipo y significado de la información mostrada por el objeto al que nos acercamos, en lugar de limitarse a aumentar su tamaño, como hace un zoom gráfico [33]).

En su pantalla inicial, una vez conectado, la herramienta presenta la información anualmente representada, además, ofrece la posibilidad de conectarse con diversas fuentes de datos (en este caso plataformas eLearning) simultáneamente, permitiendo la comparación del desenvolvimiento temporal de diversas plataformas eLearning.

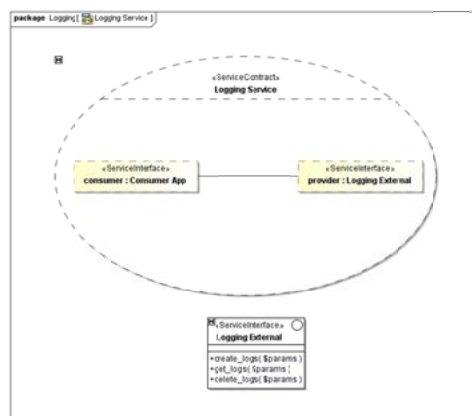


Figura 4. Contrato de registro.

Cada elemento temporal es representado con un rectángulo el cual identifica un periodo de tiempo, éste puede ser modificado en su color, su codificación del color (por curso, actividad o persona) y tamaño mediante el menú contextual (figura 7). Realizando doble clics sobre un periodo de tiempo representado con una figura geométrica se realiza un zoom semántico o con la herramienta deslizable de la visualización lineal vertical (visualización a la derecha, figura 5).

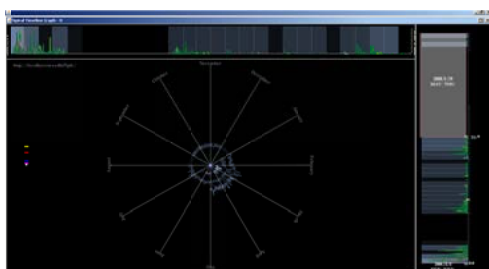


Figura 5. Visualización en espiral deformada de la representación temporal anual.

Además, con el uso del menú contextual es posible dibujar, o no, los diferentes periodos de tiempo representables (horas, días, meses, años), seleccionar, excluir o filtrar el periodo de tiempo, deformar la espiral para la búsqueda de patrones y parametrizar el significado de la longitud de la espiral, permitiendo que un giro completo (360°) en la espiral se ajuste a una duración determinada (años, meses, semanas, días), y por tanto, las unidades del nivel inferior (meses, semanas, días, horas, respectivamente) ocupen el mismo sector de la espiral facilitando el reconocimiento de patrones.

En el caso de la figura 5 el giro de la espiral representa un año, quedando cada mes en el mismo sector, logrando así resaltar que Marzo y Abril son los meses con mayor actividad.

Es importante mencionar que, mediante la representación lineal vertical de la visualización (en la figura 5 a la derecha) es posible seleccionar un periodo de tiempo específico del periodo total de los datos recuperados arrastrando la esquina inferior y superior de las figuras rectangulares opacas que difumina el periodo no seleccionado de los datos y delimitan el periodo seleccionado realizándolo. Estas características aportan una enorme versatilidad a la herramienta.

También, es preciso mencionar que, además de estar la herramienta realizada en Java, ésta se ha desarrollado de tal manera que ofrece una portabilidad enorme al ofrecer la posibilidad de utilizarse como un *Java applet* dentro de una página web o como una aplicación de escritorio.

5.3. Interacción con la herramienta

Con la finalidad de exponer la interacción de la herramienta se desarrollará un ejemplo de un pequeño caso de estudio que responderá algunas preguntas para un mejor apreciamiento.

Se cuenta con una plataforma eLearning con un log de veintiséis mil doscientos cincuenta registros. En la vista general, figura 2, que una vez que tiene los datos ya pre-procesados, es la primera imagen mostrada por la herramienta y ya podemos resolver algunas preguntas, como ¿Cuál es el mes de mayor actividad? Siendo la respuesta el polígono que cuenta con mayor claridad en su color de relleno de las representaciones geométricas. Ya que en este caso éstas significan meses, y el tono del color el conteo de actividades, febrero del 2006 es el mes con mayor actividad del periodo de los datos (Feb.2006 - Abr.2010).

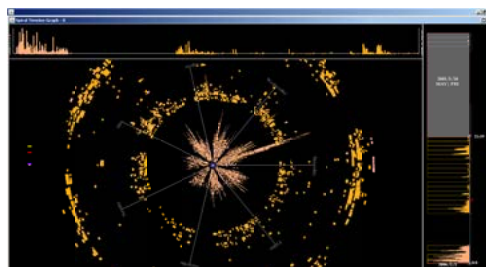


Figura 6. Representación semanal deformada de la herramienta visual.

Este sería un máximo local, pero para saber el máximo mensual global (es decir, el mes que durante todo el periodo de tiempo seleccionado acumula más actividades) se puede realizar seleccionando, en la representación lineal vertical del lado derecho, el periodo de tiempo activamente más significativo. Después con el menú contextual elegir deformar la espiral, el resultado muestra que el máximo global es Marzo, a pesar de que en la primera pantalla (figura 2) podía interpretarse que febrero o abril sería el

máximo global, cual es el mes con mayor actividad de todo nuestro periodo dado que es el sector que su representación gráfica se aleja más del centro (figura 5).

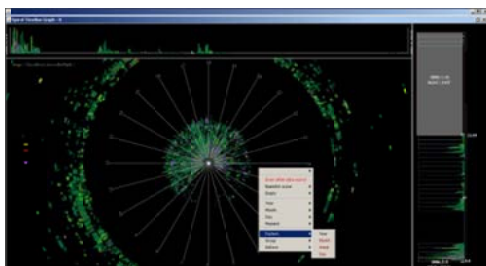


Figura 7. Menú contextual y personalización del tamaño de la herramienta.

De la misma manera, modificando el significado de un giro completo de la espiral, de tal forma que correspondan los 360° con una semana, podemos descubrir el o los días más productivos (figura 6). En esta figura podemos notar en la figura de espiral, en el centro de la imagen, tres anillos con diferentes colores que representan periodos de actividad continuada, divididos por otros anillos negros que representan periodos sin actividad. En el primer periodo de actividad se puede observar una figura que asemeja una estrella con unos de sus picos notoriamente más alejado del centro, éste sería el detalle que nos indicaría el momento en el tiempo en el que se realizó la mayor cantidad de actividad, correspondiendo en el sector de tiempo del Miércoles.

Además, si nuevamente se modificase la espiral de tal modo que el significado de los 360° correspondiese a un día, la o las horas más productivas podrían ser develadas. En la figura 7 se puede observar a una aglomeración ligeramente más densa en las horas (sectores de la espiral representando desde las 0 hasta las 24 de un día y divididos con líneas blancas) de 11 a 13 y de 16 a 17 horas. Cabe mencionar que se puede claramente observar un sector casi totalmente negro de la representación que corresponde a las horas que comúnmente la gente duerme, de 3 a 6 horas.

Para cambiar la separación que existe entre los giros de la espiral, de tal forma que se reduzca el diámetro total de ésta, es posible apoyarse en la herramienta para personalizar dicha distancia

(lado izquierdo al centro de la espiral, figura 7). Es preciso mencionar que los demás paneles, el lineal horizontal en la parte superior y el lineal vertical, también pueden ocultarse y/o personalizar su tamaño; además de poder ser usados para seleccionar, filtrar y excluir un conjunto de datos.

Otro punto importante de mencionar es la codificación del color en las unidades de tiempo más pequeñas, es decir un registro de una actividad realizada en el log de la plataforma. Ésta puede ser por curso por usuario y por actividad. Esta diferencia la podemos notar en la figura 7 (codificada por usuarios) y figura 5 (codificada por actividades). Al cambiar de una a otra podemos contestar preguntas como:

- ¿Cuál es el usuario más activo? En la figura 6, se puede notar 3 tonos diferentes que predominan en el espiral, siendo estos los usuarios más activos. Es posible saber a detalle los nombres colocándose sobre el objeto gráfico y con el clic derecho, que por efectos de protección de datos no se muestra.
- ¿Cuáles el periodo horario de actividad de un usuario en particular, o de toda la población? Se resolvería con el apoyo del menú contextual, dando clic derecho sobre el objeto gráfico que sea de interés y eligiendo filtrar sobre el submenú que lleva como nombre el periodo de tiempo, después se procedería a deformar la espiral para resaltar los patrones temporales y por último, cambiar el significado del giro de la espiral dependiendo del patrón que se deseé.
- ¿Cuál es la actividad más común? En la figura 7, se puede notar un predominante color verde, por lo que la actividad representada en ese color, sería la respuesta a esta pregunta.
- ¿Existe alguna relación horaria con el tipo de actividad?, entre otras.

6. Conclusiones

Con la posibilidad de implementar fácilmente el modelo de servicios web a cualquier plataforma Moodle, integrar una herramienta como un Java applet o aplicación de escritorio y representar,

administrar y gestionar los datos de la plataforma, resulta sencillo decir que la potencialidad que este modelo ofrece al eLearning es ilimitada, ya que se puede establecer comunicación independiente y transparente con la plataforma LMS y desarrollar herramientas no solo como esta.

Por otra parte, esta herramienta posibilita la conexión con diferentes fuentes de datos a la vez (datos que permanecen ocultos en los registros de la base de datos), siendo prudente mencionar que la versatilidad, adaptabilidad y flexibilidad del modelo y herramienta presentados es óptimo para la comparación de cursos, plataformas o usuarios, en la misma o diferente portal educativo.

Tomando como base este modelo se pretende, como trabajo futuro, ampliar el número de visualizaciones interactivas para acrecentar el potencial de la capacidad de análisis mediante la inter-conexión de éstas y desarrollar diseños más intuitivos y correlacionados para explotar la capacidad de la elaboración de deducciones por medio de representaciones visuales.

Agradecimientos

Este trabajo está parcialmente soportado por el Proyecto de Excelencia de la Junta de Castilla y León GR47.

Referencias

- [1] J. Scholtz, "Beyond Usability: Evaluation Aspects of Visual Analytic Environments," *Visual Analytics Science And Technology, IEEE Symposium On*, pp. 145-150, 2006.
- [2] J. J. Thomas and K. A. Cook, "The Science of Analytical Reasoning," in *Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics*, ed: National Visualization and Analytics Ctr, 2005, pp. 32-68.
- [3] Jeff A. Estefan, *et al.* (2008, 19 01 2010). Reference Architecture for Service Oriented Architecture Version 0.3. Available: <http://www.oasis-open.org/committees/download.php/19679/soa-rm-cs.pdf>
- [4] M. Á. Conde González, *et al.*, "Adapting LMS architecture to the SOA: an Architectural Approach," in *Internet and Web Applications and Services ICIW 2009, In Proceedings of The Fourth International Conference on Venice/Mestre, Italy, 2009*, pp. 322-327.
- [5] B. H. McCormick, *et al.*, "Definition of visualization," *SIGGRAPH Comput. Graph.*, vol. 21, pp. 3-3 November 1987.
- [6] R. Mazza and C. Milani, "GISMO: a Graphical Interactive Student Monitoring Tool for Course Management Systems," pp. 18--19 2004.
- [7] C. Hardless and U. Nulden, "Visualizing Learning Activities to Support Tutors," pp. 312--313, 1999.
- [8] W. J. Gibbs, *et al.*, "A Visualization Tool for Managing and Studying Online Communications," vol. 9, pp. 232--243, 2006.
- [9] R. Mazza and V. Dimitrova, "Generation of graphical representations of student tracking data in course management systems," *Information Visualisation, 2005. Proceedings. Ninth International Conference on*, pp. 253-258, 2005.
- [10] G. Robling, *et al.*, "Merging interactive visualizations with hypertextbooks and course management," pp. 166--181, 2006.
- [11] T. Lauer, "Learner interaction with algorithm visualizations: viewing vs. changing vs. constructing," pp. 202--206, 2006.
- [12] D. Dicheva, *et al.*, "Visualizing topic maps for e-learning," *Advanced Learning Technologies, (ICALT) IEEE International Conference on*, vol. 6, pp. 950-951 2005.
- [13] D. A. Gómez Aguilar, *et al.*, "Understanding educational relationships in Moodle with ViMoodle," *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT 2008. 8th IEEE International Conference on*, vol. 6, pp. 954-956 2008.
- [14] M. de Laat, *et al.*, "Investigating patterns of interaction in networked learning and computer-supported collaborative learning: A role for Social

- Network Analysis," *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, vol. 2, pp. 87 - 103, 2007.
- [15] F. P. Williams and O. Conlan, "Visualizing Narrative Structures and Learning Style Information in Personalized e-Learning Systems," *Advanced Learning Technologies, (ICALT) IEEE International Conference on*, pp. 872-876, 2007.
- [16] Q. V. Nguyen, *et al.*, "A new visualization approach for supporting knowledge management and collaboration in e-learning Quang Vinh Nguyen," *Information Visualisation, 2004. IV 2004. Proceedings. Eighth International Conference on*, pp. 693 - 700, 14-16 July 2004 2004.
- [17] A. Al-Ajlan and H. Zedan, "The extension of web services architecture to meet the technical requirements of virtual learning environments (Moodle)," in *Computer Engineering & Systems, 2008. ICCES 2008. International Conference on*, 2008, pp. 27-32.
- [18] X. Qiu and A. Jooloor, "Web Service Architecture for e-Learning," *EISTA 2004 International Conference on Education and Information System: Technologies and Applications*, July 21-25, 2004 2004.
- [19] M. R. Villalba Simón, *et al.*, *Aspectos evolutivos y educativos de la deficiencia visual* vol. 1: Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). Dirección de Educación., 2000.
- [20] J. J. Thomas and K. A. Cook, "A visual analytics agenda," *Computer Graphics and Applications, IEEE*, vol. 26, pp. 10-13, 2006.
- [21] R. Ramaratnam. (2007, 29/01/2010). An analysis of service oriented architectures. *System Design and Management Program*. Available: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/42372/234382950.pdf?sequence=1>
- [22] B. R. Payne and A. J. Barrody, "Service oriented architecture. ," Rochester Institute of Technology 2006.
- [23] G. Canfora, *et al.*, "A wrapping approach for migrating legacy system interactive functionalities to Service Oriented Architectures," *Journal of System and Software archive*, vol. 81, pp. 463-480, 2008.
- [24] CSMR, "Guest Editor's Introduction. 10th Conference on Software Maintenance and Reengineering. ," *The Journal of Systems and Software*, vol. 81, pp. 461-462, 2008.
- [25] D. Dagger, *et al.*, "Service-Oriented E-Learning Platforms: From Monolithic Systems to Flexible Services," *Internet Computing, IEEE*, vol. 11, pp. 28-35, 2007.
- [26] DFWikiLABS. (2009, January). *DFWikiLABS*. Available: <http://www.dfwikilabs.org/>
- [27] MoodleDocs. (2008, January). *Development: Web services*. Available: http://docs.moodle.org/en/Development:Web_services
- [28] MoodleTracker. (2008, January). *Web service infrastructure*. Available: <http://tracker.moodle.org/browse/MDL-12886>
- [29] Moodle. (2009, February 20). *DFWikiLABS*. Available: <http://www.dfwikilabs.org/>
- [30] Moodle. (2009, February 20). *Moodle Tracker*. Available: <http://tracker.moodle.org/browse/MDL-12886>
- [31] Moodle. (2009, February 20). *Moodle Docs: Development: Web services*. Available: http://docs.moodle.org/en/Development:Web_services
- [32] D. A. Gómez Aguilar, *et al.*, "Semantic spiral timelines used as support for e-learning," *Jornal of Universal Computer Science (j-jucs)*, vol. 6, 2009.
- [33] D. Modjeska, "Navigation in Electronic Worlds: Research Review for Depth Oral Exam David Modjeska Department of Computer Science," ed, 1997.