

# Análisis de uso de la plataforma virtual de una institución de educación superior\*<sup>1</sup>

## [Use analysis of the virtual platform for a higher education institution]

JULIÁN MONSALVE PULIDO<sup>2</sup>, JORGE HOYOS PINEDA<sup>3</sup>, FREDY APONTE NOVOA<sup>4</sup>

RECIBO: 20.08.2012 - APROBACIÓN: 30.11.2012

### Resumen

*En el documento se presentan los primeros resultados de la investigación de análisis de uso de una plataforma virtual basada en MOODLE de una Institución de Educación Superior. Al inicio se hace revisión de la literatura existente acerca de la aplicación de diferentes técnicas, herramientas y enfoques de la minería de datos en el análisis del uso dado por estudiantes y docentes a las plataformas virtuales de aprendizaje, que sirven como apoyo al desarrollo de procesos de enseñanza aprendizaje, tanto en la modalidad de educación virtual como en la presencial. Partiendo de esta revisión se creó un modelo que sirvió para extraer patrones del uso de las fuentes de información como base de datos, log de conexión y reportes de registro y control académico. Los*

\* Modelo para citación de este artículo de investigación científica y tecnológica:  
MONSALVE PULIDO, Julián; HOYOS PINEDA, Jorge & APONTE NOVOA, Fredy (2012). Análisis de uso de la plataforma virtual de una Institución de Educación Superior. En: Ventana Informática. No. 27 (jul.-dic., 2012). Manizales (Colombia): Facultad de Ciencias e Ingeniería, Universidad de Manizales. p. 55-66. ISSN: 0123-9678

- 1 Artículo proveniente del proyecto *Análisis de usabilidad de la plataforma virtual de la Universidad Santo Tomás – seccional Tunja*, ejecutado en el periodo marzo de 2012 a noviembre de 2012, e inscrito en el Grupo de Investigación Basado en Redes de Aprendizaje sobre Nuevas Tecnologías, GIBRANT, de la Universidad Santo Tomás, seccional Tunja.
- 2 Ingeniero de Sistemas, Magister en Software Libre con especialidad en desarrollo de aplicaciones. Docente, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja (Tunja, Boyacá, Colombia). Correo electrónico: jmonsalve@ustatunja.edu.co
- 3 Ingeniero de Sistemas, Magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones con énfasis en Sistemas de Información. Docente, Universidad Santo Tomás Seccional Tunja (Tunja, Boyacá, Colombia). Correo electrónico: jhoyos@ustatunja.edu.co
- 4 Ingeniero de Sistemas, Magister en Software Libre con especialidad en desarrollo de aplicaciones. Docente Universidad Santo Tomás Seccional Tunja (Tunja, Boyacá, Colombia). Correo electrónico: faponte@ustatunja.edu.co

*resultados obtenidos fueron analizados de manera cuantitativa por medio de comparaciones de información de registro presenciales versus plataforma virtual y cualitativamente basado en entrevistas a los directores de las áreas y programas de la entidad educativa.*

**Palabras Claves:** MOODLE, minería de datos, sistema de gestión de aprendizaje, uso web.

## Abstract

*The paper presents the first results of research analysis of use of a virtual platform based on MOODLE by an institution of higher education. At the beginning it is reviewing of existing literature about the applications of different techniques, tools and approaches of data mining in the analysis of the use made by students and teachers to virtual learning platforms, which serve as support for process development teaching and learning, both in the formal and virtual education. Based on the previous revision was created a model that was used to extract patterns of usability of information sources such as database connection log and reports of registration and academic control. The results were analyzed quantitatively by comparison of log information-face versus virtual platform and qualitatively based on interviews with area managers and programs of the educational institution.*

**Keywords:** MOODLE, data mining, learning management system, use.

## Introducción

Este documento presenta algunos resultados del análisis del uso de una plataforma virtual de una Institución de Educación Superior basada en el LMS MOODLE, a partir de copias de seguridad de semestres anteriores. En primer lugar se hace una contextualización sobre el uso actual de dichas plataformas como apoyo al desarrollo de procesos de enseñanza aprendizaje, la información generada por estas plataformas a partir de la actividad desarrollada sobre la misma y las posibilidades de aplicación de la minería de datos sobre esa información. Posteriormente se describe el proceso de obtención de datos del servidor de MOODLE basado en un modelo de análisis que descifra patrones del uso desde las fuentes de información. En una tercera parte se describe los resultados obtenidos partiendo de las necesidades de la institución académica y por último se muestra las conclusiones de la investigación y referencias que se utilizaron en el proceso.

## 1. Conceptualización

El uso de ambientes virtuales basados en la Web, como herramienta de apoyo al proceso educativo, se ha expandido en los últimos años, gracias al desarrollo de nuevos enfoques y modalidades de educación, como el *e-learning* y el *b-learning*. Estas nuevas formas de utilización de la tecnología como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, han incentivado la aparición de software especializado en proveer los mecanismos que facilitan el desarrollo del trabajo autónomo del estudiante, su interacción con el docente, y el uso de herramientas colaborativas y de comunicación para el trabajo grupal.

Actualmente varias instituciones educativas hacen uso de Sistemas de Gestión de Aprendizaje (*LMS, Learning Management System*) como apoyo a sus labores educativas, afirman Weiss et al. (2006, 34). Para Álvarez (2010, 26) entre los gestores se encuentran plataformas libres, como *MOODLE, Claroline, Dokeos, Atutor, ILIAS*, al igual que propietarias, como *Blackboard* y *TopClass*. Estos sistemas muestran su contenido de una forma estática, donde el estudiante navega por el curso de una forma que no necesariamente es la más óptima, de acuerdo a sus conocimientos, intereses y necesidades, según García et al. (2006, 191).

*MOODLE (Modular Object Oriented Developmental Learning Environment)* es uno de los LMS más usados en la actualidad por las Instituciones de Educación Superior, gracias a su versatilidad, y a que es un producto de software libre bajo licencia GNU GPL Versión 3, publicada por Smith (2007, 5). Moodle almacena información detallada sobre la actividad que el estudiante realiza en la plataforma. Esta información es alojada en diferentes tablas de la base de datos de Moodle, y está relacionada con los materiales utilizados y la navegación que hace el estudiante dentro de la plataforma. La herramienta, afirman Romero, Ventura, & García (2008, 370), permite el filtrado de estos registros por curso, participante, fecha o actividad específica.

El uso de *MOODLE* por estudiantes y docentes genera una gran cantidad de información acerca del acceso, uso de la plataforma, así como la interacción generada a partir del desarrollo de las actividades programadas en el curso. Aunque proporciona algunas herramientas estadísticas para el docente, estas se deben obtener en forma separada por cada uno de los cursos. Por esta vía el docente puede obtener información sobre las actividades llevadas a cabo por un estudiante en particular, o sobre la participación de los estudiantes en una actividad específica, pero resulta difícil para el docente responsable de un curso virtual, obtener información de mayor utilidad para identificar perfiles

de estudiante, patrones de comportamiento de un grupo de estudiantes hacia una actividad específica o de la plataforma en general. En el módulo de administración es posible obtener también alguna información estadística sobre uso de la plataforma como registros de actividad por curso, actividades, participantes y fechas. A nivel del sitio la única estadística global que se puede obtener es sobre los accesos, información que está limitada a un período de un mes.

con la pretensión de lograr un mejor aprovechamiento de la información alojada en las bases de datos que sirve de soporte a las plataformas virtuales de aprendizaje, se propone el uso de técnicas y herramientas de minería de datos para la caracterización del uso dado a dichas plataformas por parte de una comunidad académica.

La minería de datos tiene como finalidad, considera Bigus (1996, 11), el descubrimiento eficiente de información no obvia de un volumen amplio de información. Lo anterior tiene como objetivo ayudar a buscar situaciones interesantes con los criterios correctos, complementar una labor que hasta ahora se ha considerado *intelectual* y de alto nivel, privativa de los gerentes, planificadores y administradores según Davidsson (1996, 15). De acuerdo con Chen, Han & Yu (1996, 867), la aplicación de la minería de datos en varias áreas es hoy en día indiscutible, y por ende la mayoría de software especializado la incluyen para permitir un análisis de la información heurística y probabilística.

Como una rama de especializada de la minería de datos surge la minería Web, que, según Mitra & Acharya (2003, 16), es el uso de técnicas de minería de datos para recuperar, extraer y evaluar automáticamente información para descubrir conocimiento de documentos y servicios web, mientras Stumme, Hotho & Berent (2002, 2), consideran que en la minería de uso web intervienen la aplicación de técnicas de minería de datos al contenido, la estructura y el uso de recursos Web. Liu (2012, 383) y Sisodia & Verma (2012, 49) se refieren a la minería de uso web como la aplicación de técnicas de análisis sobre la información almacenada en los archivos *log* de los servidores web, con el fin de extraer patrones como frecuencia de rutas de navegación, frecuencia de acceso de grupo de páginas y caracterización de grupos de usuarios. La información que se obtiene de los archivos *log* requiere un preprocesamiento para adecuarla al formato requerido por la técnica de minería a utilizar.

En la minería de uso web se ha realizado estudios tendientes a proporcionar a los docentes, herramientas que permitan mejorar la efectividad en el proceso de enseñanza de los cursos y recursos alojados en los LMS como apoyo al desarrollo de sus asignaturas. Para Mazza & Milani (2005, 1) se han identificado aplicaciones de la minería de datos en la exploración, visualización y análisis de los datos alojados en los LMS. El

objetivo fundamental es la identificación de patrones de comportamiento de usuarios en la evaluación de la actividad del estudiante dentro de la plataforma, desarrollando la identificación de estilos de aprendizaje según estudios de Mor & Minguillón (2004, 265) y Talavera & Gaudioso (2004, 3). En el trabajo de Mödritscher, Neumann & Brauer (2012, 650) se examinan y comparan patrones de uso de un LMS cuando es accedido a través de dispositivos móviles y el uso tradicional en computadores personales.

## 2. Metodología

Para el proceso de obtención de datos en la investigación se identificó la fuente de datos de los servidores donde se encuentra instalado en el *LMS MOODLE* para realizar el análisis. La primera fuente es el *log* de conexión del servidor Apache que se encuentra en un formato estándar diseñado por CERN y NCSA, expresa Luotonen (1995). El formato de una entrada en el *log* para cada registro se divide en: dirección IP del cliente, identificación del usuario, fecha y hora de acceso, requerimiento, URL de la página accedida, el protocolo utilizado para la transmisión de los datos, un código de error, agente que realizó el requerimiento y el número de bytes transmitidos.

Para garantizar una buen proceso de análisis es necesario realizar un pre procesamiento de los datos. Esta tarea de la metodología tiene como objetivo contribuir de manera significativa en la creación de patrones de calidad de la información, para obtener datos mediante minería y que puedan ser usados en técnicas de limpieza y transformación, ya que generalmente los archivos de *log* de acceso de los servidores web, presentan datos duplicados y no válidos, la limpieza se encarga de dar solución a estos inconvenientes para contribuir al buen desempeño del proceso de transformación de los datos.

Para la limpieza de los datos se debe tener en cuenta la eliminación de accesos realizados por robots, registros basados en el código de estado y duplicidad de la información. En la eliminación de los accesos por robots se identifican los accesos al servidor, mediante el campo *user-agent* que registra información diferente a navegadores web. En la eliminación de los registros del código de estado, los registros http del rango 2xx corresponden a código de respuesta exitosa y por esto se deben eliminar los registros 1xx (información), 3xx (redirección), 4xx (error de cliente) y 5xx (error de servidor). Para la eliminación de la duplicidad, se tienen en cuenta los registros relacionados con hojas de estilo *css*, *frames* y elementos que componen la página como imágenes, animaciones, videos, etc., para esta tarea es necesario identificar la

naturaleza del sitio web, con el fin de conocer los registros importantes para el análisis del uso del sitio. Por ejemplo, consideran Aponte & Monsalve (2011, 65), si el sitio se encarga de ofrecer descargas de imágenes, no deben ser borrados los registros relacionadas con archivo de tipo: png, jpg, gif, etc.

La otra fuente de origen de datos están en los bases de datos de *MOODLE*, estas pueden estar en motores como *MySQL*, *Oracle*, *PostgreSQL*, entre otros. Para el caso de la investigación el motor de origen de datos se encuentra en *MySQL* y se utilizaron las copias de seguridad de los últimos dos semestres académicos correspondientes al primero y segundo del 2011<sup>5</sup>. Para la extracción de la información se simuló el motor de bases de datos con las copias de seguridad para realizar las consultas en *SQL* según el modelo de análisis del uso. La última fuente de origen de datos son los informes de población estudiantil de la oficina de registro y control académico de los semestres académicos analizados.

En el marco del análisis de la investigación se identificó un ambiente *b-learning* que tiene como objetivo utilizar la plataforma para el apoyo de los procesos académicos presenciales, actividades de trabajo autónomo y de acompañamiento de los cursos académicos presenciales, siguiendo a Bartolomé (2004, 7). Para la construcción del modelo de análisis se tuvo en cuenta la identificación de patrones del uso que son construidos con base a los registros del proceso presencial y los registros de la plataforma virtual como se muestra en la figura 1.

### 3. Resultados

A continuación se describe algunos resultados del análisis de la información extraída del modelo de análisis de las fuentes de información, esta interpretación se basa en un análisis estadístico y en análisis cualitativo extraído de algunas entrevistas a los directores de cada unidad académica involucrado en el proceso.

Desde el punto de vista de los estudiantes se procede a contrastar el número de matriculados en cursos virtuales administrados por las diferentes unidades académicas, con la población total de estudiantes de cada una de ellas en el periodo 2011-2 (Porcentaje de matrículas sobre población por programas de pregrado, Porcentaje de matrículas sobre población por programas de posgrado y Porcentaje de matrículas sobre población por departamento académico), como lo muestra la Figura 2, en sus apartados a, b y c, respectivamente.

<sup>5</sup> Se acostumbra denominar como 2011-1 y 2011-2, para diferenciar los dos semestres académicos (enero- junio y julio-diciembre) del mismo año.

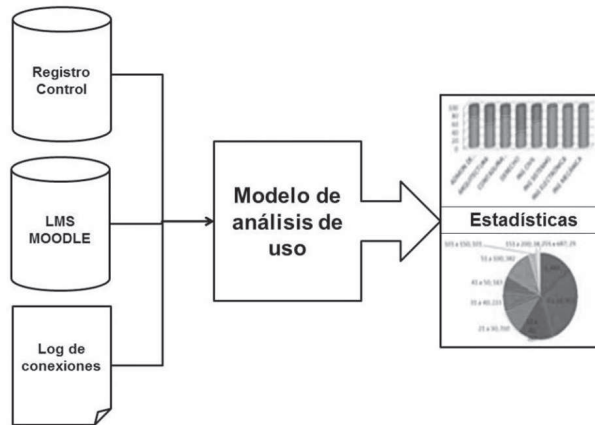


Figura 1. Modelo de análisis de uso

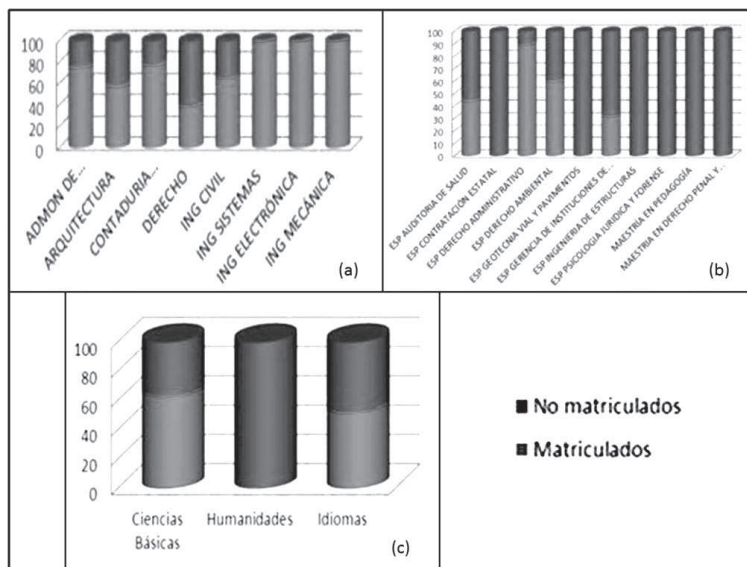


Figura 2. Estadísticas estudiantiles (porcentajes de matrículas sobre población), del periodo 2011-2

En los programas de pregrado se observa que la totalidad de los estudiantes de las ingenierías se encuentran vinculados a cursos de la plataforma ofrecidos por sus facultades, mientras que los demás programas muestran una subutilización de este recurso. En los programas de posgrado la subutilización es más severa, encontrando seis programas con ninguna participación. Respecto a los departamentos académicos, que atienden población de todos los programas, se destaca la situación del departamento de humanidades, dónde la utilización de la plataforma apenas alcanza el



1% de los estudiantes atendidos. La interpretación cualitativa de la información obtenida identifica que los departamentos como humanidades y ciencias básicas no tienen prioridad en el uso de la plataforma por el tipo de contenidos y visiones filosóficas de algunos docentes donde se argumenta que el uso de la plataforma deshumaniza el proceso de enseñanza aprendizaje. Lo anterior contrasta con el uso que hacen los estudiantes de las facultades de ingeniería donde identifican la plataforma como herramienta fundamental para los procesos de tutorías y de trabajo autónomo.

Para las estadísticas se tienen en cuenta la totalidad de los usuarios y se consideraron algunos aspectos relacionados con el uso de la plataforma, como el número de conexiones por usuario (Figura 3a), por hora del día (Figura 3b), por día de la semana (Figura 3c) y el origen de dichas conexiones (Figura 3d). Se evidencia que un alto porcentaje de los estudiantes matriculados en los cursos virtuales, aproximadamente un 45%, ingresa a la plataforma sólo entre 1 y 10 veces a lo largo del semestre, denotando falta de interés en la utilización de la misma. Los días de mayor utilización de la plataforma son domingo y lunes, y el horario con más actividad se encuentra entre las 10 a.m. y la 1 p.m. Por último, se observa que la plataforma es accedida en un 60% desde direcciones externas, hogares, oficinas y sitios públicos, frente a un 40% originada en la red interna de la institución educativa.

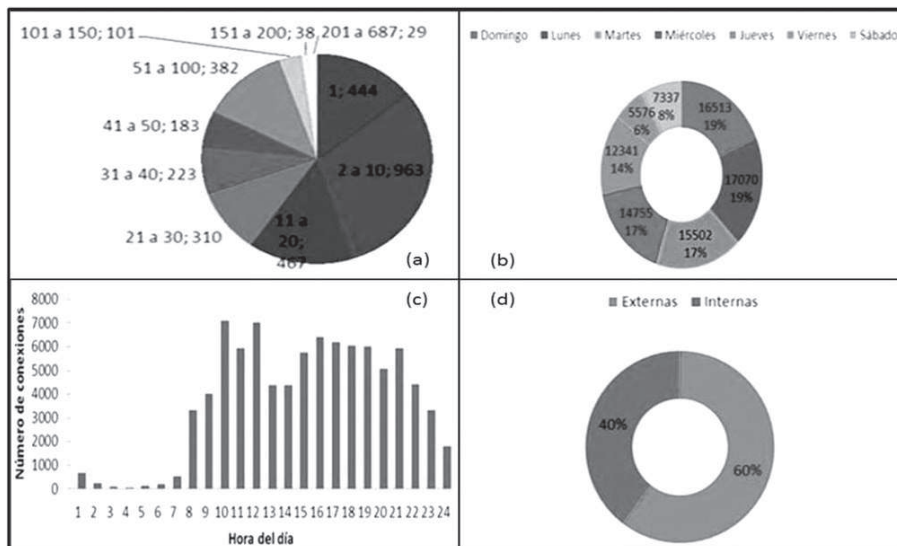


Figura 3. Uso de la plataforma en el periodo 2011-2

Se analizó la vinculación de las actividades que ofrece la plataforma Moodle en cada uno de los cursos. En dicho análisis se identificó que



las actividades que más son vinculadas en los cursos son tareas, foros y quizzes<sup>6</sup>, en un 55,60%, 27,12% y 10,47% respectivamente en relación a la utilización total de actividades (Figura 4a). La vinculación de tareas en los cursos virtuales tiene un comportamiento similar en todos los programas de pregrado con un promedio de 55,5% de la vinculación total de las actividades, se presenta una mayor vinculación en los programas de Ingeniería con un 59,68% y de administración de empresas con el 63,24% (Figura 4b).

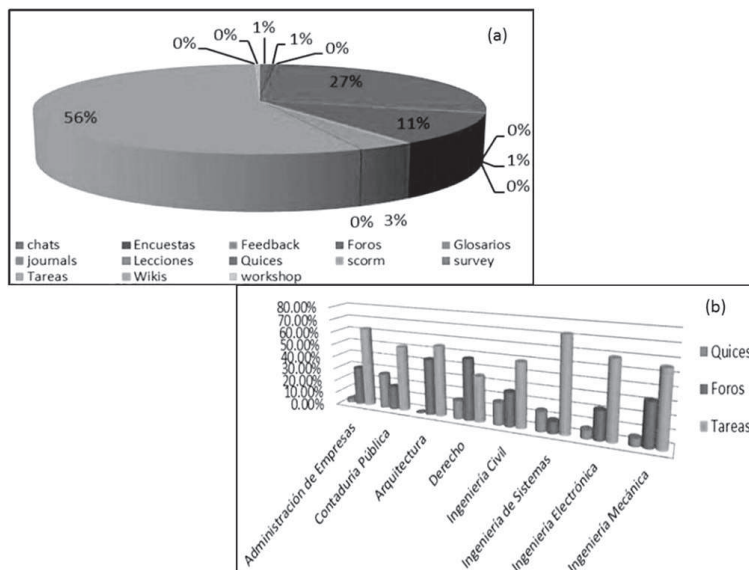


Figura 4. Actividades en plataforma en el periodo 2011-2

La vinculación de foros en cursos virtuales en programas de pregrado se destaca en los programas de derecho y arquitectura con un promedio de 45,87% de la vinculación total de las actividades, en los demás programas la vinculación de esta actividad en los cursos virtuales presenta un promedio de 26,20%. La vinculación de quizzes en los cursos virtuales de los programas de pregrado presenta un promedio de 11,34% de la vinculación total de actividades donde se destaca una vinculación del 27,63% en el programa de contaduría pública y de 0% en el programa de arquitectura.

Adicionalmente, se realizó un análisis del uso realizado por parte de los estudiantes de los programas de pregrado a las actividades de mayor vinculación en los cursos, en dicho análisis se obtuvo el porcentaje de

6 Quiz, expresión en idioma inglés, se utiliza para referirse a una prueba sencilla para evaluar un contenido, conocimiento de un tema o avance de lectura (nota del editor).

estudiantes que hacen uso de estas actividades en relación al número de estudiantes de cada programa (Figura 5), donde se consideran quienes usan el recurso al menos en una oportunidad:

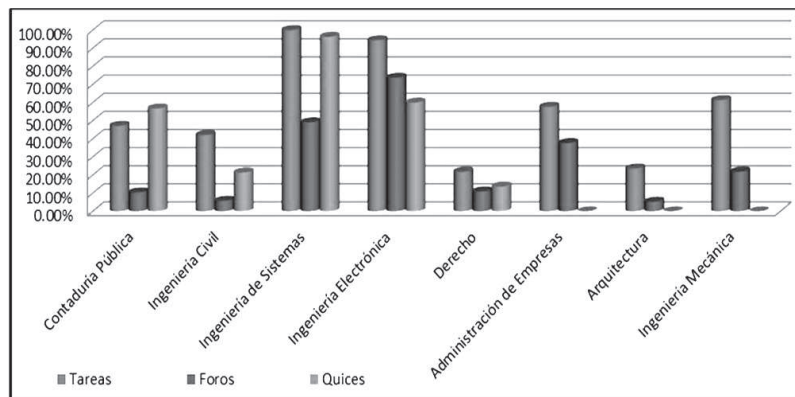


Figura 5. Porcentaje de estudiantes que hacen uso de tareas, foros y quizzes respecto a la población, durante el periodo 2011-2

- El promedio del porcentaje de estudiantes que hacen uso de tareas, foros y quizzes respecto a la población de cada programa es de 56.02%, 26.87% y 31,05% respectivamente, cabe resaltar que a pesar que la actividad de quizzes tienen poca vinculación en los cursos (10,47%) y de no tener uso en tres programas de pregrado presentan un uso total del 31.05% por parte de los estudiantes.

- La presentación de tareas es la actividad que mayor uso presenta en los cursos de todos los programas de pregrado, aunque su uso es el más alto en todos programas, el comportamiento no es el mismo en estos. Por ejemplo en algunos programas se evidencia una participación de casi el 100% de sus estudiantes, en otros cerca del 50% y en algunos casos cerca del 20%, presentado un promedio general de estudiantes que hacen uso de la actividad de envió de tareas del 56,02%.

- Se destaca que en un gran porcentaje los estudiantes de los programas de ingeniería de sistemas e ingeniería electrónica son los que mayor actividad tienen en los diferentes tipos de actividades.

## 4. Conclusiones

Las plataformas virtuales de aprendizaje cuentan con herramientas de administración genéricas para los docentes y web master que no ayudan a un análisis especializado para mejorar el uso y proyectar una madurez de la plataforma virtual de aprendizaje.

El desarrollo y el potencial de la minería de datos web, permite detectar información no visible y de gran importancia en cualquier aplicación en internet, donde se determinan patrones de conducta y se establecen redes de relaciones existentes que permiten identificar grupos homogéneos de usuarios, para encausar sus intereses comunes al desarrollo de grupos participativos y líneas de investigación, con personas dedicadas a temáticas afines.

Los grandes volúmenes de datos deben ser interpretados para crear estrategias de inteligencia de negocio donde se identifique el perfilamiento de usuarios, el análisis de contenidos y la estructura de contenidos en las plataformas virtuales de aprendizaje.

A partir de estos primeros resultados, surge la propuesta de elaborar un software de análisis del uso de la plataforma virtual, como herramienta de apoyo en el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje en la modalidad presencial, mediante la aplicación de minería de datos, que permita generar recomendaciones para un mejor aprovechamiento de esta importante herramienta.

## Bibliografía

- ÁLVAREZ, D. M. (2010). Plataformas de enseñanza virtual libres y sus características de extensión: Desarrollo de un bloque para la gestión de tutorías en Moodle [en línea]. Alcalá (España): Universidad de Alcalá, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Ingeniería informática <<http://www2.uah.es/libretics/files/Tutorias.pdf>> 183 p. [consulta: 10/06/2012].
- APONTE, F. & MONSALVE, J. (2011). Perfilamiento de Usuarios en portales empresariales [en línea]. En: Investigación en Ingeniería de Sistemas e Informática, No. 1 (ene-dic), Tunja (Colombia): Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. p. 63-70. ISSN 2248-7948. <[http://www.uptc.edu.co/eventos/2011/eiisi/documentos/memorias\\_EIISI.pdf](http://www.uptc.edu.co/eventos/2011/eiisi/documentos/memorias_EIISI.pdf)> [consulta: 12/06/2012]
- BARTOLOMÉ, A. (2004). Blended Learning: Conceptos Básicos. En: Revista Pixel-Bit: Revista de Medios Educativos, No. 023. Sevilla (España): Universidad de Sevilla, p. 7-20. ISSN: 1133-8432.
- BIGUS, J. (1996). Data Mining With Neural Networks. Houston (TX, USA): McGraw-Hill. 220 p. ISBN: 978-0070057791.
- CHEN, M.S.; HAN, J. & YU, P.S. (1996). Data Mining: a view from database perspective [on line]. In: IEEE Transactions on Knowledge and data Engineering, Vol. 6, No. 6 (Dec.). Washington, D.C. (USA): IEEE Computer Society. p. 866-883. ISSN: 1041-4347 <[http://cs.nju.edu.cn/zhoush/zhoush.files/course/dm/reading/reading01/chen\\_tkde96.pdf](http://cs.nju.edu.cn/zhoush/zhoush.files/course/dm/reading/reading01/chen_tkde96.pdf)> [consult: 06/06/2012].
- DAVIDSSON, P. (1996). Autonomous Agents and the Concept of Concepts [on line]. Doctoral dissertation (PhD in Computer Science). Lund (Sweden): Lund University, Department of Computer Sciences. 231 p. ISBN 91-628-2035-4. <<http://fileadmin.cs.lth.se/ai/psfiles/Paul-PhD.pdf>> [consult: 12/06/2012]
- GARCÍA, E; ROMERO, C; CASTRO, C. & VENTURA, S. (2006). Usando Minería de datos para la Continua Mejora de cursos de e-learning [en línea]. En: Conferencia IADIS WWW/Internet 2006 (06-07/10/2006), Murcia (España): IADIS (International Association for Development of the Information Society). Memorias Conferencia IADIS 2006, Lisboa (Portugal): IADIS, p. 191-198. ISBN 972-8924-20-8. <[http://www.iadis.net/dl/final\\_uploads/200607L024.pdf](http://www.iadis.net/dl/final_uploads/200607L024.pdf)> [consulta: 12/06/2012]

- LIU, K. (2012) Analysis of preprocessing methods for web usage data. In: International Conference on Measurement, Information and Control, MIC 2012 (18-20/05/2012). Harbin (China): IEEE. Proceedings of MIC 2012, Vol. 1, Art. 6273276, p. 383-386.
- LUOTONEN, A. (1995). The Common Log File Format. World Wide Web Consortium. Logging Control In W3C httpd [on line]. Cambridge (MA, USA): w3c. <<http://www.w3c.org/Daemon/User/Config/Logging.html>>. [consulta: 12/09/2011].
- MAZZA, R. & MILANI, C. (2005). Exploring usage analysis in learning systems: Gaining insights from visualisations. In: 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education Workshops, AIED'05. (18-22/07/2005), Amsterdam (Netherlands): The International AIED Society. p. 65-72.
- MITRA, S. & ACHARYA, T. (2003). Data Mining: Multimedia, Soft Computing, and Bioinformatics. Hoboken (NJ, USA): John Wiley & Sons. 424 p. ISBN: 978-0471460541.
- MÖDRITSCHER, F.; NEUMANN, G. & BRAUER, C. (2012). Comparing LMS usage behavior of mobile and web users. In: 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2012. (04-06/07/2012), Rome (Italy): IEEE Computer Society and IEEE Technical Committee on Learning Technology. Proceedings of the ICALT'2012. Washington, D.C. (USA): IEEE Computer Society. p. 650-651.
- MOR, E. & MINGUILLÓN, J. (2004). E-learning personalization based on itineraries and long-term navigational behavior. In: 13th international World Wide Web Conference, WWW Alt.'04 (17-22/05/2004), New York (NY, USA): International World Wide Web Conference Committee (IW3C2) and Association for Computing Machinery (ACM). Danvers (MA, USA): Association for Computing Machinery, Inc. (ACM). Proceedings of the WWW Alt.'04, p. 264-265. ISBN: 1-58113-912-8.
- ROMERO, C.; VENTURA, S. & GARCÍA, E. (2008). Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. In: Computers & Education, Vol. 51, No. 1 (Aug.). Cambridge (MA, USA): Elsevier. p. 368-384. ISSN: 0360-1315
- SISODIA, D. S. & VERMA, S. (2012). Web usage pattern analysis through web logs: A review. In: 9th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering, JCSSE 2012 (30/05-01/06/2012), Bangkok (Tailand): IEEE. Proceedings of the JCSSE 2012, p. 49-53. ISBN: 978-1-4673-1920-1
- SMITH, B. (2007). A Quick Guide to GPLv3 [on line]. Boston (MA, USA): Free Software Foundation, Inc. 6 p. <<http://www.gnu.org/licenses/quick-guide-gplv3.pdf>>. [consulta: 05/05/2012].
- STUMME, G.; HOTH, A. & BERENT, B. (2002). Usage Mining for and on the Semantic Web [on line]. In: National Science Foundation Workshop on Next Generation Data Mining NSF Workshop (01-03/11/2002), Baltimore (Maryland, USA): NSF. Proceedings NSF Workshop 2002, p. 77-86. <<http://people.aifb.kit.edu/aho/pub/NSF-NGDM02.pdf>> [consult: 05/06/2012]
- TALAVERA, L. & GAUDIOSO, E. (2004). Mining student data to characterize similar behavior groups in unstructured collaboration spaces [on line]. In: Workshop on Artificial Intelligence in CSCL (22-23/08/2004), Valencia (España): AI-CSCL. <<http://www.lsi.upc.edu/~talavera/papers/TalaveraGaudiosoECAI04ws.pdf>>. [consulta: 02/03/2012].
- WEISS, J.; NOLAN, J.; HUNSINGER, J. & TRIFONAS, P. (Eds.) (2006). International Handbook of Virtual Learning Environments. Series: Springer International Handbooks of Education, Vol. 14. New York (NY, USA): Springer. 1609 p. ISBN 10 1-4020-380-2.