

Las Fuentes del *Learning Analytics*. Más allá de las Plataformas de Aprendizaje

Félix Buendía García

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores
Universitat Politècnica de València
Valencia
fbuendia@disca.upv.es

José Vte. Benlloch Dualde

Departamento de Informática de Sistemas y Computadores
Universitat Politècnica de València
Valencia
jbenlloc@disca.upv.es

Resumen—Resulta innegable el interés creciente que durante los últimos años está teniendo el fenómeno del *Learning Analytics*. Gran parte de la atención se ha centrado en las llamadas plataformas de aprendizaje que proporcionan un enorme flujo de información sobre la actividad del estudiante. Sin embargo, y como otros autores también comentan, hay que señalar que una buena parte de dicha actividad se produce fuera de tales plataformas. Este trabajo pretende presentar una serie de indicaciones para seleccionar y combinar diversas fuentes de información para incrementar el impacto y utilidad del *Learning Analytics*. Dichas indicaciones se han aplicado a un conjunto de experiencias en dos asignaturas del Grado de Ing. Informática.

Palabras clave—*learning analytics*; fuentes de información; plataformas de aprendizaje

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años se observa un interés creciente por el fenómeno del *Learning Analytics (LA)* considerado como “la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre los alumnos y sus contextos, con el fin de entender y optimizar el aprendizaje y los entornos en los que se produce” [1]. Resulta innegable la utilidad de recopilar, almacenar y procesar toda clase de datos procedentes de la actividad docente tanto de alumnos como de los propios instructores. También se aprecia una elevada proporción de datos procedentes de las denominadas plataformas de aprendizaje léase *LMS* (del inglés *Learning Management System*) o *VLE (Virtual Learning Environment)*. Sin embargo, es evidente que buena parte de la actividad académica se produce fuera del ámbito de dichas plataformas. Este trabajo presenta diversas experiencias orientadas al *LA* donde se combina la información obtenida de plataformas tradicionales de aprendizaje con otras fuentes que complementan esta. En particular, se alude a la necesidad de encontrar herramientas específicas para recopilar datos de actividad en el contexto de una determinada disciplina o entorno de aprendizaje. Este proceso de recopilación de información requiere de algún tipo de indicaciones que faciliten la selección de estas fuentes a partir de las características de la disciplina o entorno considerado.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. Una primera sección se dedica a revisar algunas propuestas relacionadas con el uso de fuentes de información que van más allá de los datos extraídos de una plataforma tradicional. A continuación se proponen indicaciones para orientar dicha búsqueda de fuentes de información según una serie de parámetros junto con la selección de herramientas para la

obtención de datos. La tercera sección ofrece dos ejemplos de experiencias de *LA* basadas en tales indicaciones y la interpretación de los resultados obtenidos. Finalmente, se muestran las conclusiones y posibles trabajos futuros.

II. ESTADO DEL ARTE

Desde que el informe Horizon Report 2011 [2] identificó el *Learning Analytics* como una de las tendencias predominantes en el proceso de enseñanza/aprendizaje, se han sucedido toda una serie de propuestas para modelar, representar o caracterizar la información utilizada para este fin. De acuerdo con Long and Siemens [1] cualquier acción o evento en el mundo digital es capaz de dejar una huella. En este sentido diversas instituciones como el departamento de educación en EEUU [3] o la UNESCO [4] han elaborado informes sobre el impacto de dichas “huellas” y el potencial que ello supone para mejorar los procedimientos académicos. Hay que reconocer la importancia de las plataformas tipo *LMS* a la hora de reconocer o recopilar dicho impacto [5] pero también se puede recurrir a fuentes alternativas.

Autores como Pardo & Delgado-Kloos [6] ya señalaban que había *LA* más allá del envoltorio de las clásicas plataformas de aprendizaje y que los estudiantes empezaban a confiar menos en la interacción con los *LMS* y utilizar otras herramientas de acceso libre para su actividad. Los trabajos de Simsek et al. [7] o Gómez-Aguilar et al. [8] se alinean en esta dirección y proponen el uso de entornos como redes sociales para recoger y analizar información relativa al aprendizaje del alumno. Kito et al [9] plantearon el proyecto “*Enabling connected learning via open source analytics in the wild: Learning Analytics beyond the LMS*” cuyo objetivo es evaluar la participación de los estudiantes en actividades que tienen lugar en plataformas tales como Youtube, Facebook, Google Drive, Twitter, etc. Para ello, proponen crear un conjunto de herramientas denominadas *Connected Learning Analytics (CLA)* con las que extraer información sobre su actividad. Otra posibilidad consiste en utilizar los mensajes enviados mediante tecnologías móviles para realizar una evaluación docente [10]. Tabuena et al. [11] también apuestan por esta línea y proponen la utilización de aplicaciones móviles como fuentes de *LA* en un contexto de auto-aprendizaje.

III. PROPUESTA

El presente trabajo pretende aportar una visión descriptiva sobre experiencias de análisis de información académica procedente de plataformas de aprendizaje combinada con el de fuentes externas adaptadas a las peculiaridades y necesidades de

un contexto o disciplina específica de aprendizaje y el entorno donde este se produce. Una interesante clasificación de contextos de aprendizaje donde se ha aplicado *LA* es la presentada por Papamitsiou & Economides [12] a partir de una revisión sistemática de trabajos en esta temática. La Tabla I muestra algunos de estos contextos junto con ejemplos de plataformas y tipos de recursos asociados a los mismos. Por ejemplo, aquellos basados en el uso de plataformas tipo *LMS*, redes sociales o aplicaciones Web en general.

Tabla I. - CONTEXTOS DE APRENDIZAJE

Tipo	Ejemplos de recursos
Aula tecnológica	Uso de proyectores, pizarras/tabletas digitales
Entornos controlados	VLEs/LMSs
Recursos en abierto	MOOCs, OERs
Aprendizaje social	Redes sociales, Foros de discusión, Comunidades virtuales
Entornos Web	Compartición de archivos, mensajería, blogs, wikis
Entornos Móviles	geolocalización, realidad aumentada

En este sentido, la principal aportación de este trabajo consiste en proporcionar un conjunto de indicaciones para detectar las fuentes que se encuentren disponibles o aquellas más adecuadas en función de la finalidad analítica perseguida. Para ello, es importante analizar las características de las disciplinas que puedan ser objeto de *LA* dadas las diferencias en la actividad académica dentro de las mismas. Por ejemplo, asignaturas de Humanidades o Ciencias Sociales requerirán mecanismos de analítica diferentes respecto a otras en campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En las primeras predominan actividades que utilizan básicamente formatos documentales (texto) para representar el trabajo académico realizado por el alumno pero también se pueden encontrar tareas de lectura/comprensión que utilicen diversos elementos multimedia (p.e. un audio o video en aprendizaje de idiomas). Mientras, en disciplinas de ciencias o tecnológicas la amplia gama de experimentos o herramientas que pueden utilizarse en las mismas, dispara el número de potenciales fuentes de trabajo académico.

Esta disparidad y diversidad de posibles actividades en estos ámbitos obliga a simplificar su tratamiento. Un aspecto clave consiste en revisar el origen de los datos que han sido utilizados para registrar y medir las acciones del alumno. La Tabla II muestra diversas categorías o tipos de origen de datos junto con ejemplos de los mismos. No se pretende disponer de una recopilación exhaustiva de dichas fuentes pero al menos se trata de indicar algunas de las más representativas. Por ejemplo, diferenciar los datos que pueden derivarse de una actividad comunicativa respecto al resultado de una encuesta.

Tabla II. - ORIGEN DE DATOS

Tipo	Descripción
Tareas académicas	Entrega de trabajos, presentaciones
Comunicación/interacción	E. mail, contribuciones foros, participación en redes sociales.
Cuestionarios	Entrevistas/encuestas/ votaciones /test de evaluación objetiva
Accesos a contenidos	Materiales didácticos, Archivos de temas, recursos multimedia
Actividad de campo	Laboratorios, elementos de instrumentación, dispositivos de geolocalización
Paneles de información	Uso de herramientas como <i>Google Analytics</i>
Gestión documental	Herramientas como <i>Dropbox, Google Drive</i>

Una vez se determina la disponibilidad de datos a partir de su origen, estos se podrán recopilar y almacenar en algún formato que permita su posterior procesamiento e interpretación. La analítica final debería contemplar la posibilidad de “cruzar” información procedente de varios orígenes de datos. La propuesta formulada no incorpora ninguna herramienta concreta de analítica sino que se centra en detectar y seleccionar las fuentes que pueden ser más útiles en una determinada disciplina y contexto de aprendizaje. A continuación, se hace referencia a diversas plataformas y aplicaciones utilizadas para poner en práctica esta propuesta. En primer lugar, se muestra el potencial de una plataforma de aprendizaje como *PoliFormat* [13] para generar informes de accesos a la misma. La Fig. 1 muestra una imagen con algunos de los apartados para su generación

Fig. 1 Generación de informes en *PoliFormat*

En este caso se pueden seleccionar parámetros como el tipo de elementos sobre los que recopilar los accesos realizados (p.e. recursos o materiales de aprendizaje), el ámbito de estos (p.e. archivos o directorios seleccionados), el periodo de tiempo considerado, qué usuarios intervienen o los datos a recopilar (p.e. el usuario y la fecha en que realizó cierto acceso) que la Fig. 1 muestra en parte.

Como ejemplos de fuentes alternativas se han seleccionado dos herramientas de corte muy diferente pero que pueden aportar información valiosa para comprender o analizar la actividad académica de los alumnos. Por un lado, se presenta el uso de una aplicación móvil (app) denominada *Socrative* muy popular en los ámbitos docentes para realizar cuestionarios a los alumnos de forma rápida. La Fig. 2 muestra un par de imágenes, la de la izquierda que representa una pregunta asociada a un ejemplo de circuito y la imagen derecha con las respuestas a la misma.



Fig. 2. Ejemplo de uso de la app *Socrative*

A partir del uso de la app *Socrative* se puede extraer un conjunto de datos tal como se observa en la Fig. 3 que representa un informe con las respuestas de cada uno de los alumnos o las estadísticas globales.

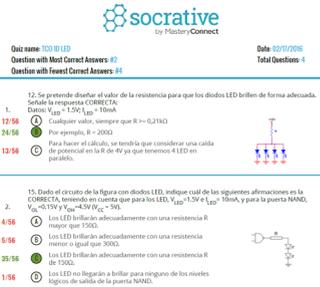


Fig. 3. Ejemplo de informe de la app *Socrative*

Por otra parte, se presenta el uso del conocido entorno *Google Drive* orientado a la gestión compartida de documentos. La Fig.4 muestra una imagen típica de la interfaz de trabajo de Drive donde se observa a la izquierda la organización de documentos mientras que en la parte derecha aparecen una columna de datos sobre la actividad en dichos documentos. Este conjunto de datos se denominan *Activity Stream* y resulta muy útil para recopilar el trabajo realizado por los alumnos tales como modificación de documentos (textos, hojas de cálculo, imágenes...), la consulta de los mismos o el mantenimiento de sus versiones.

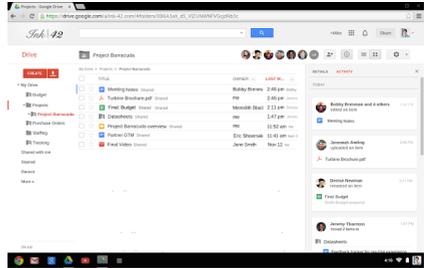


Fig. 4. Ejemplo de uso de *Google Drive*

Para realizar una recopilación sistemática de los datos proporcionados por el *Activity Stream* se puede recurrir a las cuentas *Google Apps Education* y, a través de su interfaz de administración, generar un informe o auditoría sobre la actividad del usuario en el entorno Drive. La Fig. 5 muestra un ejemplo de imagen para la elaboración de este tipo de informes que permiten establecer “filtros” (ver parte derecha imagen) para seleccionar tipos de eventos sobre los documentos o usuarios que han intervenido en los mismos.

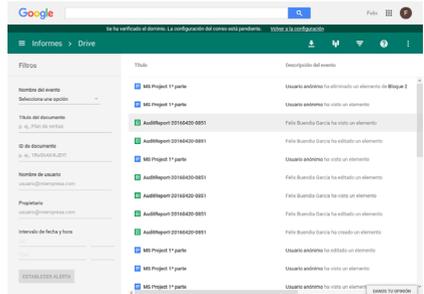


Fig. 5. Elaboración de informes sobre *Google Drive*

Seguidamente, para mostrar una aplicación práctica de la propuesta y el uso de las fuentes de información escogidas se presentan dos ejemplos de experiencias. Dichas experiencias se han centrado en dos asignaturas pertenecientes al grado de

Ingeniería Informática ambas de carácter obligatorio pero con perfiles muy diferentes. En el primer caso se trata de la asignatura *Tecnología de Computadores (TCO)* que se imparte en primer curso con contenidos eminentemente tecnológicos. El segundo caso a estudiar consiste en la asignatura *Gestión de Proyectos (GPR)* situada en tercer curso de la titulación y que propone un enfoque multidisciplinar donde se combinan aspectos propios de la Ingeniería del Software con cuestiones generales sobre la gestión, control y supervisión de proyectos informáticos.

IV. RESULTADOS

Los resultados de las experiencias analizadas se han estructurado en dos apartados correspondientes a las asignaturas objeto de estudio.

A. Caso TCO

Tecnología de Computadores (TCO) es una asignatura troncal de segundo cuatrimestre del grado en Ingeniería Informática y, como otras asignaturas de primer curso con las que está relacionada (Fundamentos Físicos de la Informática), contribuye a dotar al futuro ingeniero de una base científica y tecnológica. Su programa ha sido elaborado de acuerdo a las recomendaciones del currículum de ACM/IEEE, así como a las del correspondiente libro blanco de ANECA. Se centra en el ámbito de la Electrónica, habitual en muchas otras ingenierías, y más concretamente en los dispositivos semiconductores y las familias lógicas. El número de alumnos suele ser elevado, alrededor de 500 alumnos, organizados en 10 grupos de aula y 19 de laboratorio, participando en su docencia 10 profesores, lo que supone una coordinación compleja. Todos los grupos utilizan unos materiales didácticos comunes que incluyen, para cada tema, unas transparencias comentadas que resumen los contenidos (teoría), y un boletín de ejercicios y problemas, con ejemplos resueltos. Adicionalmente, cada profesor puede incorporar materiales propios adaptados a las características de su grupo. Aunque los profesores tienen libertad para gestionar sus grupos, se promueve el uso de metodologías activas que faciliten la participación de los alumnos en las sesiones de aula y, en definitiva, la mejora del rendimiento académico, en línea con lo apuntado en un estudio reciente de Freeman et al. [14]. Se trata pues, de capturar trazas de la actividad del alumno, tanto dentro como fuera del aula, para así poder proporcionar la correspondiente realimentación.

La primera información que se puede obtener acerca del seguimiento de un tema por parte de los estudiantes es el número de accesos que, durante un periodo de tiempo, hacen a los materiales didácticos elaborados. Para ello, tal y como se explicó en la sección anterior, se hará uso de la generación de informes desde *Poliformat*. Estos informes pueden proporcionar información del grupo o individualizada. La Fig. 6 muestra el número de accesos de uno de los grupos de la asignatura a los recursos correspondientes al tema 1, durante la primera semana de impartición del mismo. Se observa un número de accesos bastante irregular durante la primera parte y mucho más sostenido hacia el final de la semana.

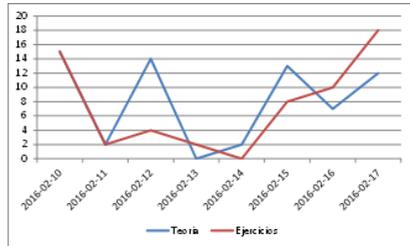


Fig. 6. Número de accesos a los materiales del tema 1

En las sesiones de aula, el profesor del grupo referido hace uso regularmente de la herramienta *Socrative* para recabar información sobre los logros de aprendizaje alcanzados por sus alumnos. En general, se trata de cuestiones teóricas o ejercicios breves que se preparan a partir del cuaderno de ejercicios propuestos en la asignatura. Suelen ser cuestionarios que incluyen entre 3 y 5 preguntas bien de tipo test, verdadero/falso o respuesta corta, al que acceden los estudiantes a través de todo tipo de dispositivos: teléfonos móviles, tabletas o portátiles.

Una vez terminado el cuestionario, la propia herramienta proporciona informes muy completos con las respuestas de cada uno de los alumnos, sus puntuaciones, así como estadísticas globales de las calificaciones del grupo o de los resultados por cuestión. En particular, la Fig. 7 se corresponde con la hoja de cálculo que recoge todas las respuestas enviadas por los alumnos, aunque se han eliminado las filas con los nombres para respetar el anonimato.

TCO 10 LED
 Wednesday, February 17, 2016 12:07 PM
 Room: TCO10

Common Core Tags:

15. Dado el circuito de la figura con los diodos LED, indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta. Dado: $V_{D1} = 1.5V$, $V_{D2} = 1.5V$ (para resistencia para que los LED brillen de forma adecuada).	17. Dado el circuito de la figura, señale la respuesta correcta. Dado: $V_{D1} = 1.5V$, $V_{D2} = 1.5V$ (para resistencia para que los LED brillen de forma adecuada).
12. Se pretende diseñar el valor de la resistencia para que los diodos LED brillen de forma adecuada.	16. Dado el circuito de la figura, indique la respuesta correcta. Dado: $V_{D1} = 1.5V$, $V_{D2} = 1.5V$ (para resistencia para que los LED brillen de forma adecuada).

Total Number of CORRECTA Dato: 100% (100/100) answers

Indique la intensidad que circula por el LED en mA con un divisor resistivo.

Class Group	44.4%	17.8	89.2%	77.4%	38.6%	18.4%
-------------	-------	------	-------	-------	-------	-------

Fig. 7. Informe generado por Socrative a un cuestionario del tema 1

Los resultados del informe muestran unos resultados que oscilan aproximadamente entre el 40 y el 70% de acierto para las tres primeras cuestiones, pero inferior al 20% para la última pregunta, relacionada con el cálculo de la intensidad que circula por el LED. Dado que este aspecto tiene que ver con conocimientos de asignaturas previas y no se había abordado en el tema, el profesor puede entonces plantear las correspondientes estrategias correctoras: repaso del concepto, materiales adicionales, más ejemplos de ejercicios resueltos, etc. Además, es recomendable que, en posteriores cuestionarios, se aborde de nuevo este aspecto para comprobar que ha habido una mejora en el grupo.

B. Caso GPR

La asignatura *GPR (Gestión de Proyectos)* plantea un enfoque multidisciplinar dentro de una titulación de tipo ingenieril (como corresponde a un Grado de Informática) con una serie de características peculiares. En primer lugar, está impartida por varios departamentos relacionados con la Dirección de Empresas, Estadística e Investigación Operativa, Sistemas Informáticos y Computación o Arquitectura de Computadores. Ello ha requerido una distribución de contenidos y actividades cuyo seguimiento puede ser realizado desde varios puntos de vista. Por otro lado, se considera que la asignatura tiene unos contenidos teóricos bien definidos a partir de instituciones como el *PMI® (Project Management Institute)* que establece las recomendaciones para planear, ejecutar, controlar o supervisar un proyecto. Sin embargo, las actividades de tipo práctico que pueden llevarse a cabo son muy variadas y pueden abarcar múltiples herramientas y entornos tanto de tipo informático como documental. Una de las primeras tareas a realizar consiste en la redacción de la *Declaración de Alcance* de un proyecto o la elaboración de su *Estimación de Coste* temporal. La Fig. 8 muestra parte del contenido de un documento almacenado en la plataforma *Google Drive* que puede servir de ejemplo para que los alumnos elaboren de forma colaborativa su propia versión y que esta quede registrada a partir de las diversas aportaciones.

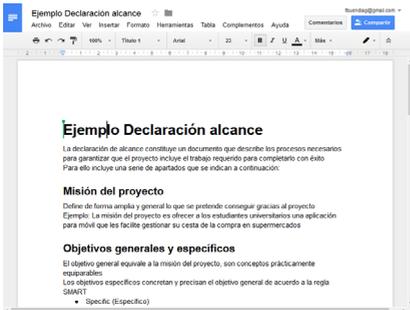


Fig. 8. Modelo de documento de *Declaración de Alcance*

Aparte de dicho ejemplo de documento, los alumnos de la asignatura disponen de una serie de recursos adicionales en la plataforma institucional (*LMS*) denominada *Poliformat* que se utiliza como repositorio principal para los documentos de apoyo a las actividades prácticas (boletines o guías de práctica, plantillas, presentaciones...). El propio *Poliformat* permite generar una serie de informes “personalizados” sobre el acceso a un rango de archivos relacionados con estos recursos o documentos de apoyo que proporcionan una valiosa información sobre la estadísticas de accesos a dichos recursos. La Fig. 9 muestra un diagrama de barras con la distribución del porcentaje de accesos a un grupo de archivos vinculados con la *Declaración de Alcance*. En dicha figura se observa una distribución decreciente de dicho porcentaje de accesos conforme aumenta el rango analizado.

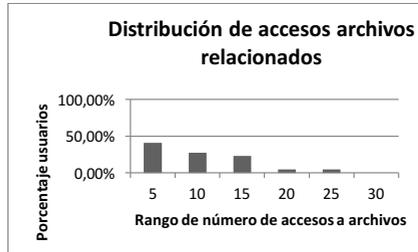


Fig. 9. Estadística de Acceso a archivos

A continuación, se analizan las acciones realizadas en la plataforma *Google Drive* que tal como se ha comentado previamente es la utilizada por los alumnos para la edición colaborativa de los documentos que se les solicita. La Fig. 10 muestra otro diagrama de barras con la frecuencia, en este caso de modificaciones realizadas sobre el documento de *Alcance* solicitado. También se observa una mayor concentración de estas en los rangos de frecuencia más bajos aunque en este caso se percibe una mayor actividad a la hora de editar los documentos de trabajo. Por ejemplo, más de un 40% de alumnos han realizado entre 5 y 10 acciones de edición.

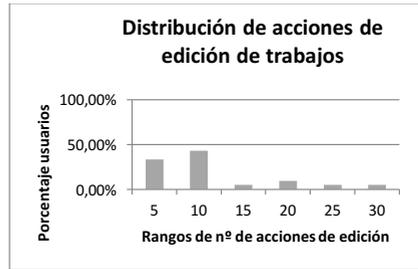


Fig. 10. Estadística de edición de documento

Finalmente, se ha realizado una comparación entre los datos obtenidos en ambas plataformas (*Poliformat* y *Drive*) y aunque no se puede establecer una correlación estricta, sí que se aprecia un cierto vínculo entre las frecuencias analizadas. La Fig. 11 muestra la comparativa realizada donde se detecta que hay una menor variación entre el porcentaje de accesos a archivos y las acciones de edición, precisamente en los rangos más bajos (p.e. entre 0 y 5 accesos). Sin embargo, en los siguientes rangos se observa una mayor disparidad en los porcentajes de alumnos que realizan estos tipos de operaciones. Ello se puede interpretar en el sentido que un trabajo de edición más intenso del alumno no tiene porqué corresponderse con una actividad de investigación o de búsqueda sobre material que le pueda servir de soporte para tal edición.

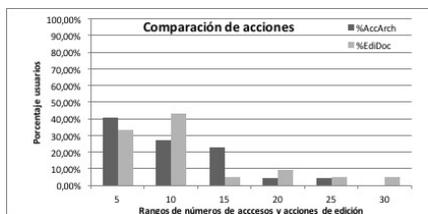


Fig. 11. Estadística comparada entre accesos de archivos y edición de trabajos.

V. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha planteado la diversidad de fuentes de información que intervienen en el *Learning Analytics* y la necesidad de disponer de algún tipo de guía para su selección y uso. Se ha puesto de manifiesto la importancia de las llamadas plataformas de aprendizaje como elemento clave dada su implantación en los más variados ámbitos educativos pero también que existen otros entornos y herramientas que aportan una información muy valiosa para fines analíticos. Para apoyar el uso combinado de dichas fuentes se han propuesto una serie de indicaciones que tengan en cuenta el contexto o ámbito de aprendizaje junto con la disponibilidad de datos acorde a la actividad académica que se realice. En este sentido, se han presentado dos ejemplos de casos de estudio en temáticas muy diferentes que revelan las posibilidades de complementar el uso de una plataforma institucional con otras herramientas tales como apps de encuestas o entornos de gestión documental. Como parte de los trabajos futuros se pretende avanzar en la sistematización de las indicaciones que puedan ofrecerse en la selección y uso de fuentes para el *Learning Analytics* de manera que pueda formularse una guía lo más formal posible para tal fin. Asimismo, se trata de elaborar una aplicación Web que proporcione un soporte informático a la mencionada guía.

AGRADECIMIENTOS

This work has been developed with the support of Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSINF) at UPV.

REFERENCIAS

- [1] P. Long and G. Siemens, "Penetrating the Fog: Analytics in Learning and Education," *EDUCAUSE Review*, 46(5), 2011.
- [2] L. Johnson, R. Smith, H. Willis, A. Levine, and K. Haywood, "The 2011 Horizon Report". Austin, Texas: The New Media Consortium, 2011.
- [3] U.S. Department of Education, Office of Educational Technology, "Enhancing Teaching and Learning Through Educational Data Mining and *Learning Analytics*: An Issue Brief", Washington, D.C., 2012.
- [4] S. Buckingham, "*Learning Analytics* Policy Brief" UNESCO, 2012.
- [5] L. P. Macfadyen and S. Dawson, "Mining LMS data to develop an "early warning system" for educators: A proof of concept", *Computers & Education*, 54(2), pp. 588-599, February 2010.
- [6] A. Pardo and C. Delgado Kloos, "Stepping out of the box: towards analytics outside the learning management system". In Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (*LAK '11*). ACM, New York, NY, USA, pp. 163-167, 2011.
- [7] D. Simsek, S. Buckingham, A. De Liddo, R. Ferguson, and Á. Sándor, "Visual Analytics of Academic Writing, Demo" In Proceedings of the 4th International *Learning Analytics* and Knowledge (*LAK '14*) Conference, Indianapolis, IN, USA, pp. 265-266, 2014.
- [8] D.A. Gómez Aguilar, F.J. García-Peñalvo and R. Therón, "Analítica visual en eLearning", *El Profesional de la Información*, 23 (3), pp. 233-242, 2014.
- [9] K. Kitto, S. Cross, Z. Waters, and M. Lupton, "Learning analytics beyond the LMS : the Connected *Learning Analytics* toolkit". In Proceedings of the 5th International *Learning Analytics* and Knowledge (*LAK '15*) Conference, ACM, Poughkeepsie, New York, USA, 2015.
- [10] C-K. Leong, Y-H Lee, and W-K. Mak, "Mining sentiments in SMS texts for teaching evaluation". *Expert Systems with Applications*, 39(3), pp. 2584-2589, 2012.
- [11] B. Tabuenca, M. Kalz, H. Drachsler and M. Specht, "Time will tell: The role of mobile learning analytics in self-regulated learning". *Computers & Education*, 89, pp. 53-74, 2015.
- [12] Z. Papamitsiou and A. Economides, "*Learning Analytics* and Educational Data Mining in Practice: A Systematic Literature Review of Empirical Evidence". *Educational Technology & Society*, 17 (4), 49-64, 2014.
- [13] F. Buendía, and A. Hervás, "Evaluating an E-learning experience based on the Sakai environment". Proceedings of the Third International Conference of Web Information Systems and Technologies, pp.352-357, 2007.
- [14] S. Freeman, S. L. Eddy, M. McDonough, M. K. Smith, N. Okoroafor, H. Jordt and M. Wenderoth, "Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics", Proceedings of the National Academy of Sciences. *PNAS '14*, 111 (23), pp. 8410-8415, 2014.