

E K S
P O R T A C C I A
E Q U I - E O N
S O C I E T Y

<http://dx.doi.org/10.14201/eks20151641163>

Diciembre
2015
vol. 16 n°4
e-ISSN:
2444-8729



DIRECCIÓN CIENTÍFICA / EDITOR-IN-CHIEF

Francisco José GARCÍA PEÑALVO, Universidad de Salamanca, Spain

EDITOR HONORÍFICO / HONORARY EDITOR

Joaquín GARCÍA CARRASCO, Universidad de Salamanca, Spain

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

José Ignacio AGUADED GÓMEZ, Universidad de Huelva, Spain

Ricardo COLOMO PALACIOS, Ostfold University College, Norway

Bernardo GARGALLO LÓPEZ, Español, Spain

David GRIFFITHS, Institution for Educational Cybernetics, the University of Bolton, United Kingdom

Begoña GROS SALVAT, Universidad de Barcelona, Spain

Gonzalo JOVER OLMEDA, Universidad Complutense de Madrid, Spain

Nick KEARNEY, ANDAMIO EDUCATION, United Kingdom

Fernando MARTÍNEZ ABAD, Universidad de Salamanca, Spain

María Soledad RAMÍREZ MONTOYA, Tecnológico de Monterrey, Mexico

María José RODRÍGUEZ CONDE, Universidad de Salamanca, Spain

Albert SANGRÀ MORER, Universidad Oberta de Catalunya, Spain

Miguel ZAPATA ROS, Universidad de Alcalá y Universidad de Murcia, Spain

SECRETARIO DE REDACCIÓN / PRINCIPAL CONTACT

Fernando MARTÍNEZ ABAD, Instituto Universitario de Ciencias de la Educación

EQUIPO TÉCNICO / TECHNICAL STAFF

Nazareth ÁLVAREZ ROSADO

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN / GRAPHIC DESIGN AND LAYOUT

Felicidad GARCÍA SÁNCHEZ

e-ISSN

2444-8729

DOI

<http://dx.doi.org/10.14201/eks>

WEB

<http://revistas.usal.es/index.php/revistatesi/index>

COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

Jordi ADELL SEGURA, Universidad Jaume I, Spain	Fernando MARTÍNEZ ABAD, Universidad de Salamanca, Spain
José Ignacio AGUADED GÓMEZ, Universidad de Huelva, Spain	Miguel Martínez Martín, Universidad de Barcelona
Gustavo R. ALVES, Polytechnic of Porto - School of Engineering, Portugal	Lady MELÉNDEZ RODRÍGUEZ, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, Costa Rica
José Miguel ARIAS BLANCO, Universidad de Oviedo, Spain	Barbara MERRILL, University of Warwick, United Kingdom
Héctor Gonzalo BARBOSA LEÓN, Instituto Tecnológico de Colima, Mexico, Mexico	Milos MILOVANIC, University of Belgrade, School of business administration, Serbia and Montenegro
José Antonio CARIDE GÓMEZ, Universidad de Santiago de Compostela, Spain	Rafael MOMPÓ, Freelance, Spain
Javier ALFONSO CENDÓN, Universidad de León, Spain	Erla Mariela MORALES MORGADO, Universidad de Salamanca, Spain
María Pilar COLÁS, Universidad de Sevilla, Spain	Luis NÚÑEZ CUBERO, Universidad de Sevilla, Spain
Miguel Ángel CONDE GONZÁLEZ, Universidad de León, Spain	Susana OLMOS MIGUELÁNEZ, Universidad de Salamanca, Spain
José Antonio Cordon Garcia	Isabel ORTEGA SÁNCHEZ, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain
Belén CURTO DIEGO, Universidad de Salamanca, Spain	Juan de PABLOS PONS, Universidad de Sevilla, Spain
Juan Manuel ESCUDERO MUÑOZ, Universidad de Murcia, Spain	Luis PALÉS ARGULLÓS, Universidad de Barcelona, Spain
Carlos FERRÁS SEXTO, Universidad de Santiago de Compostela, Spain	Salvador PEIRÓ I GREGORI, Universidad de Alicante, Spain
Ángel FIDALGO BLANCO, Universidad Politécnica de Madrid, Spain	Ferrán PRADOS CARRASCO, University College of London, United Kingdom
Elena GARCÍA BARRIOCANAL, Universidad de Alcalá, Spain	María José RODRÍGUEZ CONDE, Universidad de Salamanca, Spain
Francisco José GARCÍA PEÑALVO, Universidad de Salamanca, Spain	Gregorio RODRÍGUEZ GÓMEZ, Universidad de Cádiz, Spain
Ana GARCÍA-VALCÁRCCEL MUÑOZ-REPISO, Universidad de Salamanca, Spain	María Soledad RAMÍREZ MONTOYA, Tecnológico de Monterrey, Mexico
José Adriano GOMES PIRES, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal	Dra. Clara Romero Pérez, Universidad de Sevilla, Spain
Raquel GÓMEZ DÍAZ, Universidad de Salamanca, Spain	Germán RUIPÉREZ, UNED, Spain
Ignacio GONZALEZ LÓPEZ, Universidad de Córdoba, Spain	Salvador SÁNCHEZ-ALONSO, Universidad de Alcalá, Spain
David GRIFFITHS, Institution for Educational Cybernetics, the University of Bolton, United Kingdom	María Cruz SÁNCHEZ GÓMEZ, Universidad de Salamanca, Spain
Begoña GROS SALVAT, Universidad de Barcelona, Spain	Francesc Josep SÁNCHEZ I PERIS, Universidad de Valencia
José GUTIÉRREZ-PÉREZ, Universidad de Granada, Spain	Osvaldo SANHUEZA HORMAZÁBAL, Universidad de Concepción, Chile
Ángel HERNÁNDEZ GARCÍA, Universidad Politécnica de Madrid, Spain	Fernando Manuel SANTOS RAMOS, Universidad de Aveiro, Portugal
María Soledad IBARRA SÁIZ, Universidad de Cádiz, Spain	João SARMENTO, Geography Department, University of Minho and Centre for Geographical Studies, University of Lisbon, Portugal, Portugal
Juan José IGARTUA PEROSANZ, Universidad de Salamanca, Spain	María Luisa SEIN-ECHALUCE LACLETA, Universidad de Zaragoza, Spain
José Antonio JERÓNIMO MONTES, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico	Antonio Miguel SEOANE PARDO, Universidad de Salamanca, Spain
Gonzalo JOVER OLMEDA, Universidad Complutense de Madrid, Spain	Miguel Ángel SICILIA URBÁN, Universidad de Alcalá, Spain
Juan Antonio JUANES MÉNDEZ, Universidad de Salamanca, Spain	Peter SLOEP, Open University of the Netherlands, Netherlands
Nick KEARNEY, ANDAMIO EDUCATION, United Kingdom	Roberto THERÓN SÁNCHEZ, Universidad de Salamanca, Spain
Dolores LERÍS LÓPEZ, Universidad de Zaragoza, Spain	Jorge VALDIVIA G UZMÁN, Universidad de Concepción, Chile
Faraón LLORENS LARGO, Universidad de Alicante, Spain	José Armando VALENTE, Universidade de Campinas, Brazil
Márcia LOPES REIS, UNESP -Faculdade de Ciências, Brazil	Jesús VALVERDE BERROCOSO, Universidad de Extremadura, Spain
María Arcelina MARQUES, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto, Portugal	Miguel ZAPATA ROS, Universidad de Alcalá y Universidad de Murcia, Spain

TABLA DE CONTENIDOS / TABLE OF CONTENTS

6 Mapa de tendencias en Innovación Educativa/ Map of trends in educational innovation

[...]se ha realizado una abstracción de las tendencias en Innovación Educativa en forma de mapa que se organiza en cuatro regiones no disjuntas[...]

25 Informática Educativa y Educación en Informática/Computers in Education and Education in Computer Science

[...] sección especial integra las versiones revisadas y extendidas de cuatro trabajos sobre Informática Educativa y Educación en Informática presentados en SIIE'14 [...]

32 Teaching as a fractal: from experience to model/ La docencia como un fractal: de la experiencia al modelo

The aim of this work is to improve students' learning by designing a teaching model that seeks to increase student motivation to acquire new knowledge.

47 Rubric-based tools to support the monitoring and assessment of Bachelor's Final Projects/ Herramientas basadas en

rúbricas para el control y la evaluación de los Proyectos Final de Grado

In this paper, we report the experience in the Engineering School at Universitat Pompeu Fabra (Barcelona) employing a rubric-based approach as part of an assessment guide (with a web-based support tool) for BFP.

63 Reutilización de datos abiertos en el aprendizaje de diseño de bases de datos a través de proyectos/ Reusing open data for learning database design through project development

En este artículo se describe una metodología innovadora basada en el uso de datos abiertos para el aprendizaje, a través de proyectos, de una asignatura de diseño de bases de datos en un grado universitario.

81 Uso de GitHub en el diseño de e-actividades para la refactorización del software/ Using GitHub in the design of e-activities for software refactoring

El objetivo de este trabajo es diseñar, planificar, aplicar y evaluar actividades docentes que ayuden en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de refactorización.

98 Providing pervasive Learning eXperiences by Combining Internet of Things and e-Learning standards/ Proporcionar experiencias de aprendizaje ubicuo mediante la combinación de Internet de las Cosas y los estándares de e-Learning

This paper aims to take advantage of this trend and keep up also with existing e-Learning standards such as IMS LD and LOM.

118 APPrender a leer y escribir: aplicaciones para el aprendizaje de la lectoescritura/ Learn to read and write: app for the literacy learning

El artículo se centra en las apps destinadas al aprendizaje de la lectoescritura, y ofrece, además de una tipología de las mismas, y una selección de algunas de ellas. [...]

138 Aprendizaje adaptativo en moodle: tres casos prácticos/ Adaptive learning in moodle: three practical cases

En este artículo se revisan las funcionalidades adaptativas disponibles en Moodle. Se explica cómo se han puesto en práctica tres casos de diseños instruccionales adaptativos

158 Recensión de la Tesis Doctoral: Adaptación de la legislación a la Residencia “Gregorio Santiago” de Burgos de 1990 a 2000

[...]analizar la evolución de una de estas residencias, en concreto, la Residencia “Gregorio Santiago” de Burgos, centro de protección de menores [...]

162 Lista De Revisores Del Volumen 16 (2015)



Mapa de tendencias en Innovación Educativa

Map of trends in educational innovation

Francisco José García-Peñalvo

Departamento de Informática y Automática, Instituto de Ciencias de la Educación, Grupo GRIAL, Director Científico, Editor-In-Chief Education in the Knowledge Society Journal, Universidad de Salamanca, España. fgarcia@usal.es

En el III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2015, celebrado entre el 14 y el 16 de octubre de 2015 en Madrid (Fidalgo Blanco, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2015a), tuve la ocasión de impartir una conferencia plenaria sobre las actuales tendencias en la innovación educativa (García-Peñalvo, Fidalgo Blanco, & Sein-Echaluce Lacleta, 2015).

Ante un reto como este la primera dificultad es organizar la enorme cantidad de información que se podría abordar, para así intentar dar coherencia al discurso de la conferencia.

Como punto de partida se ha tomado la definición que de Innovación Educativa se había establecido en el seno de la propia comunidad CINAIC: “Realizar cambios en el aprendizaje/formación que produzcan mejoras en los resultados de aprendizaje. Sin embargo, para que se considere innovación educativa el proceso debe responder a unas necesidades, debe ser eficaz y eficiente, además de sostenible en el tiempo y con resultados

In last edition of the *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*, CINAIC 2015, held in Madrid in October 14-16, 2015 (Fidalgo Blanco, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2015a), I had the opportunity to give a keynote speech about the current trends in educational innovation (García-Peñalvo, Fidalgo Blanco, & Sein-Echaluce Lacleta, 2015).

Given a challenge like this, the first difficulty is to organize the enormous amount of information that could be addressed in order to try to bring coherence to the speech of the speech.

As a starting point is taken the definition of Educational Innovation that was established within the CINAIC community: “Making changes to the learning/training process to produce improvements in the learning outcomes. However, to be considered as educational innovation, the process needs to respond to needs, should be effective and efficient, plus being sustainable over time and with transferable

transferibles más allá del contexto particular donde surgieron” (Sein-Echaluze Lacleta, Fidalgo Blanco, & García-Peñalvo, 2014).

De esta definición se obtiene que lo que realmente supone una innovación educativa es una suma sinérgica entre crear algo nuevo, el proceso en el que se aplica y la aportación de una mejora como resultado del proceso, y todo ello con una dependencia del contexto en el que se desarrolla y aplica la supuesta innovación.

Una vez que ha quedado claro el propósito de la innovación educativa, el siguiente paso es conocer qué se está considerando como innovación educativa y cómo se está clasificando. Los repositorios institucionales (Fernández-Pampillón Cesteros, Domínguez Romero, & Armas Ranero, 2013; García-Peñalvo *et al.*, 2010; López, García-Peñalvo, & Pernías, 2005; Morales, Gil, & García-Peñalvo, 2007; Morales, Gómez-Aguilar, & García-Peñalvo, 2008) contienen la radiografía de los tópicos que se están considerando actualmente en los proyectos de innovación educativa. Sin embargo, en estos repositorios los datos sobre innovación educativa no suelen ser fácil de localizar por compartir espacio con otra mucha información institucional. Por ello se ha partido del repositorio de buenas prácticas de innovación docente financiado por el Ministerio de Educación del Gobierno de España (Fidalgo-Blanco, 2012) y más concretamente de la implantación de dicho

results beyond the particular context in which emerged” (Sein-Echaluze Lacleta, Fidalgo Blanco, & García-Peñalvo, 2014).

From this definition we obtain that educational innovation really is the synergic add of creating something new, the process in which this new product is applied and its contribution as an improvement of that process application, and all of this independently of the context in which the innovation is developed and applied.

Once it has become clear that the purpose of educational innovation, the next step is to know what is being considered as educational innovation and how it is classified. Institutional repositories (Fernández-Pampillón Cesteros, Domínguez Romero, & Armas Ranero, 2013; García-Peñalvo *et al.*, 2010; López, García-Peñalvo, & Pernías, 2005; Morales, Gil, & García-Peñalvo, 2007; Morales, Gómez-Aguilar, & García-Peñalvo, 2008) contain the radiography of the topics currently are being considered in educational innovation projects. However, in these repositories the data about the educational innovation projects are not easy to achieve because of they share the space with a huge quantity of institutional information of different nature. Thus, we start from a specialized repository in educational innovation good practices (Fidalgo-Blanco, 2012) that was financed by the Spanish Ministry of Education and more specifically from the implantation of this repository in the University of



repositorio en la Universidad de Salamanca (García-Peñalvo, Sein-Echaluze Lacleta, & Fidalgo-Blanco, 2015) y en la Universidad de Zaragoza (Abadía *et al.*, 2015), ambos basados en el buscador BRACO (Fidalgo Blanco, Sein-Echaluze Lacleta, García-Peñalvo, & Pinilla-Martínez, 2015).

Además, se han tenido en cuenta los trabajos para definir indicadores que faciliten la clasificación y búsqueda de experiencias de innovación educativa (Fidalgo-Blanco, Balbín, Lerís, & Sein-Echaluze, 2011; Fidalgo-Blanco, Lerís, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo-Blanco & Ponce, 2011; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluze Lacleta, Lerís, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2014, 2015; Sein-Echaluze Lacleta, Fidalgo-Blanco, García-Peñalvo, & Conde-González, 2015; Sein-Echaluze, Lerís, Fidalgo-Blanco, & García-Peñalvo, 2013).

Como resultado se ha definido una ontología de indicadores para la innovación docente (García-Peñalvo, Sein-Echaluze Lacleta, *et al.*, 2015). De sus diferentes dimensiones nos interesa centrarnos en el contexto del Aprendizaje que se organiza en cuatro características:

1. Actividad.
2. Tecnología.
3. Métodos y técnicas.
4. Resultados.

Con toda esta información se ha realizado una abstracción de las tendencias en Innovación

Salamanca (García-Peñalvo, Sein-Echaluze Lacleta, & Fidalgo-Blanco, 2015) and in the University of Zaragoza (Abadía *et al.*, 2015), both based on BRACO engine (Fidalgo Blanco, Sein-Echaluze Lacleta, García-Peñalvo, & Pinilla-Martínez, 2015).

Moreover, other works that define indicators to classify and search educational innovation experiences have been taken into account (Fidalgo-Blanco, Balbín, Lerís, & Sein-Echaluze, 2011; Fidalgo-Blanco, Lerís, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo-Blanco & Ponce, 2011; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluze Lacleta, Lerís, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluze, & García-Peñalvo, 2014, 2015; Sein-Echaluze Lacleta, Fidalgo-Blanco, García-Peñalvo, & Conde-González, 2015; Sein-Echaluze, Lerís, Fidalgo-Blanco, & García-Peñalvo, 2013).

As result we have defined an ontology of indicators for educational innovation (García-Peñalvo, Sein-Echaluze Lacleta, *et al.*, 2015). We are going to focus on in its dimension of Learning Context, which is organized in four characteristics:

1. Activity.
2. Technology.
3. Methods and techniques.
4. Outcomes.

With this information we have defined an abstraction model with the trends in educational innovation based on a map metaphor divided in four non disjoint regions (see Figure 2):

1. Institutional perspective. It is the region

Educativa en forma de mapa que se organiza en cuatro regiones no disjuntas (ver Figura 1):

1. Perspectiva institucional. Es la región del mapa que va a recoger las tendencias más relacionadas con la toma de decisiones, planificación estratégica, gestión de la tecnología y gestión de la propia innovación.
2. Perspectiva del profesorado. Es la región del mapa más cercana al contexto del profesor y su docencia, es decir, en la que se van a volcar todas aquellas innovaciones que tienen un carácter más ligado a la impartición de los contenidos curriculares.
3. Desarrollo de competencias transversales. Es la región del mapa en la que se potencian las competencias transversales, muy ligadas a las denominadas habilidades blandas (*soft skills*) que tanta importancia tienen en el mercado laboral y en el desarrollo más humanista de los estudiantes.
4. Perspectiva de extensión institucional. Es la región del mapa en la que se desarrollan los aspectos más novedosos que tienen que ver con la labor de extensión hacia la sociedad y la formación permanente.

Sin pretender ser exhaustivos ni mucho menos categóricos, en la Figura 1 se pueden apreciar tópicos ubicados en cada región que ilustran algunas de las tendencias de mayor difusión en las conferencias y revistas especializadas, así como en las temáticas de los proyectos de innovación educativa consultados en los repositorios. Es importante destacar que

- of the map that gathers the more related trends with the decision-making processes, the strategic planning, the management of the technology and the management of the educational innovation.
2. Faculty perspective. This is the nearest region of the map to the teacher's context. It reflects all the innovations that are linked to the contents of the subjects they teach.
 3. Transversal competences development. It is the region of the map that powers the transversal competences and soft skills that have a very important role in both the workplace and the humanist development of the students.
 4. Institutional extension perspective. It is the region of the map in which the most innovative aspects related to the extension of the education mission towards society and lifelong learning education are developed.

Without being exhaustive, much less categorical, Figure 2 shows the different topics, located in each region of the map, that represent some of the most widespread trends in the specialized conferences and journals, also in the focus of the educational innovation projects that may be consulted in the repositories. It is also important to emphasize that in the different intersections among the regions appear interesting trends that combine the main characteristics of the affected zones.

We do not seek to make a review, by



en las diferentes intersecciones entre las regiones representadas se localizan también interesantes tendencias que combinan características de las zonas afectadas. No se buscar hacer una revisión, por somera que fuera, de todas y cada una de las tendencias identificadas en el mapa, pero a modo de ejemplo se van mencionar algunas de ellas.

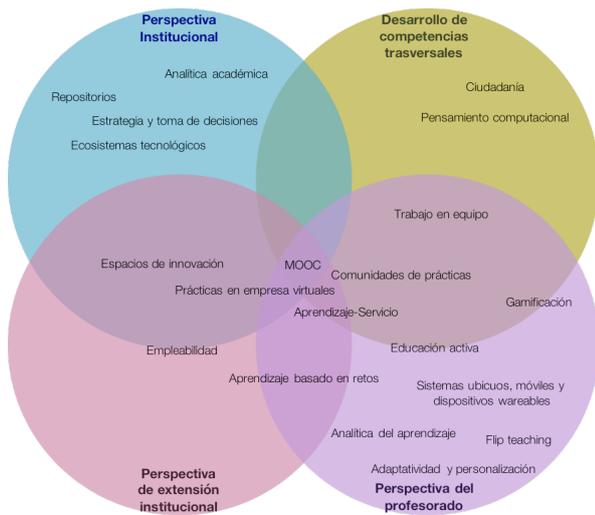


Figura 1. Mapa de tendencias en Innovación Educativa (Español).

En la región de perspectiva institucional se puede destacar como tendencia de la gestión de la tecnología, y también del conocimiento, el concepto de ecosistema tecnológico (García-Holgado & García-Peñalvo, 2013, 2014; García-Holgado, García-Peñalvo, Hernández-García, & Llorens-Largo, 2015) que se define como “comunidad, con métodos educativos, políticas, reglamentos, aplicaciones y equipos de trabajo, que puede coexistir de manera que sus procesos están interrelacionados y su aplicación se basa en los factores físicos del entorno tecnológico” (Llorens, Molina, Compañ, & Satorre, 2014). Un ecosistema tecnológico viene a plantear una arquitectura flexible y adaptativa

shallow it was, of each and every one of the identified trends in the map, but for example, we will mention some of them. In the region of Institutional Perspective it is interesting to underline the Information Technology Government and, of course, the knowledge management issue, thus quite

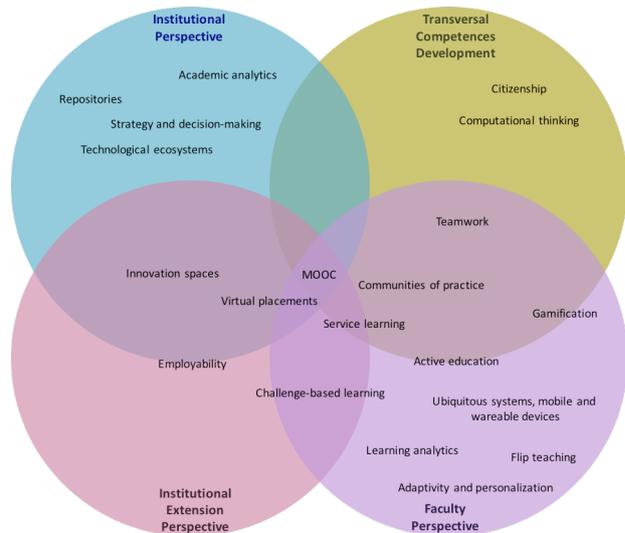


Figure 2. Educational Innovation trending map (English).

related to these notions the technological ecosystems trends appear (García-Holgado & García-Peñalvo, 2013, 2014; García-Holgado, García-Peñalvo, Hernández-García, & Llorens-Largo, 2015), which may be defined as “community -with its own educative methods, policies, regulations, applications, and team works- that may coexist by the way that its processes are interrelated and its application is based on in the physical factors of the technological environment” (Llorens, Molina, Compañ, & Satorre, 2014). A technological ecosystem proposes a flexible and adaptive architecture (García-Peñalvo, Hernández-García, *et al.*, 2015a, 2015b) in order to support the evolution of its components and their interconnections to

(García-Peñalvo, Hernández-García, *et al.*, 2015a, 2015b) para soportar la evolución de los componentes y sus interconexiones para conseguir una interoperabilidad transparente entre ellos (Alier Forment, Casany Guerrero, Conde González, García-Peñalvo, & Severance, 2010), de manera que se busca acabar con el reinado monolítico de las plataformas de aprendizaje o *Learning Management Systems* (LMS), que pasan de ser sistemas aislados a ser un componente más dentro del ecosistema (Conde *et al.*, 2014).

El concepto de analítica académica se refiere a las prácticas de toma de decisiones basadas en los datos con fines operativos en el nivel institucional (Baepler & Murdoch, 2010), pero esta misma idea de toma de decisiones pero relacionada con la perspectiva del profesor, por su vinculación al proceso de enseñanza/aprendizaje, nos llevaría al concepto de analíticas del aprendizaje (Gómez-Aguilar, García-Peñalvo, & Therón, 2014; Gómez-Aguilar, Hernández-García, García-Peñalvo, & Therón, 2015), que además podrían servir como soporte para otra de las tendencias que se dan en la región del profesorado, la adaptatividad y la personalización del aprendizaje (Berlanga & García-Peñalvo, 2004, 2005a, 2005b, 2008; Lerís & Sein-Echaluce, 2011). Para muchos autores una de las innovaciones disruptivas más importantes en educación se produjo en 1999 de la mano de las tecnologías *online* (García-Peñalvo & Seoane-Pardo, 2015) porque permitieron

allow a transparent interoperability among them (Alier Forment, Casany Guerrero, Conde González, García-Peñalvo, & Severance, 2010). This technological metaphor is looking for to avoid with the Learning Management Systems (LMS) monolithic approach, which pass to be isolated systems to be one component at the same level of the rest within the ecosystem (Conde *et al.*, 2014).

Academic analytics notion refers to the decision-making practices based on operational data in the institutional level (Baepler & Murdoch, 2010). The same idea but related to the teacher's perspective in the teaching/learning processes means the learning analytics concept (Gómez-Aguilar, García-Peñalvo, & Therón, 2014; Gómez-Aguilar, Hernández-García, García-Peñalvo, & Therón, 2015), besides these analytics techniques could be the support for other trend that appears in the faculty region of the map, the learning adaptivity and personalization (Berlanga & García-Peñalvo, 2004, 2005a, 2005b, 2008; Lerís & Sein-Echaluce, 2011).

Many authors have the opinion that one of the disruptive innovations more important in education was in 1999 throughout the online (García-Peñalvo & Seoane-Pardo, 2015) technologies because of they allowed many people have access to education facilities that otherwise would not be possible (Weise & Christensen, 2014). Nowadays, the question is if Massive Open Online Courses (MOOC), placed at the intersection of the four



que muchas personas pudieran acceder a una educación que de otra forma no hubiera sido posible (Weise & Christensen, 2014). La cuestión viene ahora en determinar si los *Massive Open Online Courses* (MOOC), colocados en la intersección de las cuatro regiones del mapa, constituyen o no una nueva innovación disruptiva. Hay opiniones en todos los sentidos (Cabero, 2015; Christensen & Weise, 2014; Farmer, 2013; Salzberg, 2015), aunque admitiendo que los MOOC han supuesto una importante renovación en el panorama de la formación *online*, todavía les queda camino por alcanzar la madurez y la influencia necesaria en el tejido social para alcanzar el estado de disruptivos. No obstante, los MOOC plantean interesantes retos desde el punto de vista de la innovación educativa, tal y como explorar la adaptatividad y personalización (Fidalgo Blanco, García-Peñalvo, & Sein-Echaluce Lacleta, 2013; Sonwalkar, 2013); explorar diseños mixtos que incorporen la cooperación gracias al uso intensivo de las redes sociales como estrategia de aprendizaje (Fidalgo, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo Blanco, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2015b); la creación de comunidades de aprendizaje (Alario-Hoyos *et al.*, 2013); la utilización de entornos personalizados de aprendizaje (PLE) (Castaño Garrido, Maiz, & Garay Ruiz, 2015); o explorar la gamificación (Borrás Gené, Martínez Núñez, & Fidalgo Blanco, 2014; Borrás-Gené, Martínez-Nuñez, & Fidalgo Blanco, 2015).

regions of the map, constitute or not a new disruptive innovation. There are opinions in all the possible directions (Cabero, 2015; Christensen & Weise, 2014; Farmer, 2013; Salzberg, 2015); although admitting that MOOC have meant a major renovation in the landscape of online training, still they are far to reach the maturity and the necessary influence on the society to achieve the status of disruptive. However, MOOC pose interesting challenges from the point of view of educational innovation, as exploring the adaptivity and personalization (Fidalgo Blanco, García-Peñalvo, & Sein-Echaluce Lacleta, 2013; Sonwalkar, 2013); defining hybrid designs that introduce cooperation through an intensive usage of the social networks as learning strategy (Fidalgo, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo Blanco, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2015b); creating learning communities (Alario-Hoyos *et al.*, 2013); using Personal Learning Environments (PLE) (Castaño Garrido, Maiz, & Garay Ruiz, 2015); or probing gamification issues (Borrás Gené, Martínez Núñez, & Fidalgo Blanco, 2014; Borrás-Gené, Martínez-Nuñez, & Fidalgo Blanco, 2015).

The idea of the virtual placements or internships in enterprises, companies and foundations is a trend that is located in the Institutional Extension region of the map with an important intersection with the others zones. This kind of placement seeks to exploit the opportunities offered by the

El concepto de prácticas virtuales en empresas es una tendencia que se ubica en la región de extensión institucional con una clara intersección con el resto de las zonas del mapa. Buscan aprovechar las oportunidades que ofrecen las tecnologías para facilitar una práctica profesional en una empresa por parte de estudiantes en un régimen de teletrabajo, con lo que se consiguen todos los beneficios de una estancia en una empresa, con independencia de su localización geográfica, sin tener los costes asociados a tener que desplazarse a la ciudad donde se ubica la misma. Un ejemplo de prácticas virtuales de estudiantes de Ingeniería en Informática en empresas relacionadas con el desarrollo de *open software* es el proyecto europeo *Virtual Alliances for Learning Society* (VALS) (García-Peñalvo, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Conde, & Griffiths, 2014, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2015a, 2015b; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, *et al.*, 2014).

Para concluir este repaso por algunas de las tendencias en innovación educativa se va a elegir una ubicada en la zona de desarrollo de competencias transversales como es el desarrollo del pensamiento computacional que consiste en la resolución de problemas, el diseño de los sistemas, y la comprensión de la conducta humana haciendo uso de los conceptos fundamentales de la informática (Wing, 2006). Según Zapata-Ros (2015) los componentes del pensamiento computacional son: el análisis ascendente y descendente,

technologies to facilitate the professional practice in an institution using a tele-work approach; achieving all the benefits of a typical internship, but independently of its geographic location and without having the associated cost of changing the city where the students live. An example of virtual placements for Informatics Engineering in open software development companies is the European project *Virtual Alliances for Learning Society* (VALS) (García-Peñalvo, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Conde, & Griffiths, 2014, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2015a, 2015b; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, *et al.*, 2014).

In order to close this overview over some of the trends in educational innovation we are going to select one placed in the Transversal Competences Development zone, specifically the computational thinking improvement, which is devoted to solve problems, design systems, and understand the human behaviour using the main fundamentals from Computer Science (Wing, 2006). Zapata-Ros (2015) states that computational thinking core components are: the upstream and downstream analysis, heuristics, divergent thinking, creativity, problem solving, abstract thinking, recursion, iteration, successive approximation methods, collaborative methods, patterns, the synectics and metacognition.

After doing the quick review of the trends set, just like a sample of what is happening



las heurísticas, el pensamiento divergente, la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento abstracto, la recursividad, la iteración, los métodos por aproximaciones sucesivas, los métodos colaborativos, los patrones, la sinéctica y la metacognición.

Tras esta revisión de un conjunto de tendencias, como muestra de lo que se está haciendo en innovación educativa en un ámbito global, como conclusión general se podría decir que la innovación educativa tiene múltiples perspectivas que se complementan, pero lo realmente importante es que ante un mundo en continuo cambio y evolución, el profesorado mantenga la inquietud por innovar en sus procesos con el fin de mejorar el aprendizaje de las personas.

Contenidos del número

Este último número del volumen 16 está conformado por la sección especial “Informática Educativa y Educación en Informática” editada por José Luis Sierra-Rodríguez y Francisco José García Peñalvo (2015) y que se compone de cuatro artículos seleccionados y extendidos presentados en la decimosexta edición del Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2014), celebrado entre el 12 y el 14 de noviembre de 2014 en Logroño, La Rioja, España (Sierra Rodríguez, Doderó Beardo, & Burgos, 2014a, 2014b).

Además, se incluyen en este número tres artículos regulares y recensión de la tesis

in the educational innovation in a global scope, the main conclusion we may say that educational innovation has several complementary perspectives, but what really matters is that in a world in constant change and evolution, teachers keep the concern to innovate in their processes with the aim to improve the learning of the people.

Contents of the issue

This last issue of volume 16 is composed by a special section entitled “Computers in Education and Education in Computer Science” edited by José Luis Sierra-Rodríguez and Francisco José García Peñalvo (2015) including four selected and extended papers from sixteenth edition of the International Symposium in Computers in Education (SIIE 2014), held in Logroño, La Rioja, Spain on November 12-14, 2014 (Sierra Rodríguez, Doderó Beardo, & Burgos, 2014a, 2014b).

Besides, this issue presents three regular papers and a review of the PhD entitled *Adaptación de la legislación a la Residencia “Gregorio Santiago” de Burgos de 1990 a 2000* by Rafael Calvo de León (2015).

With regard to the regular papers published in this issue, the first one is entitled “Providing pervasive Learning eXperiences by Combining Internet of Things and e-Learning standards” by Aroua Taamallah and Maha Khemaja (2015). This paper aims to take advantage of this trend and keep up also with existing e-Learning standards such

doctoral *Adaptación de la legislación a la Residencia “Gregorio Santiago” de Burgos de 1990 a 2000* realizada por Rafael Calvo de León (2015).

En cuanto a los artículos regulares publicados en este número, el primero de ellos lleva por título “Providing pervasive Learning eXperiences by Combining Internet of Things and e-Learning standards” y ha sido realizado por Aroua Taamallah y Maha Khemaja (2015). En este trabajo propone extender los modelos de normas de aprendizaje electrónico como IMS LD y LOM para soportar Internet de las Cosas y para aportar un enfoque de adaptación de las actividades de aprendizaje según el contexto del estudiante y su huella digital utilizando la API eXperience.

El siguiente artículo “APPrender a leer y escribir: aplicaciones para el aprendizaje de la lectoescritura” ha sido realizado por Raquel Gómez-Díaz y Araceli García-Rodríguez (2015). Este artículo se centra en las *apps* destinadas al aprendizaje de la lectoescritura, y ofrece, además de una tipología de las mismas, y una selección de algunas de ellas.

En el tercer y último artículo, que lleva por título “Aprendizaje adaptativo en Moodle: Tres casos prácticos” y ha sido realizado por Dolores Lerís López *et al.* (2015), se revisan las funcionalidades adaptativas disponibles en Moodle. Se explica cómo se han puesto en práctica tres casos de diseños instruccionales

as IMS LD and LOM. The solution proposed is therefore to extend these standards models with that of Internet of Things and to provide an adaptation approach of learning activities based on learner’s context and her/his track using the eXperience API.

Next paper “Learn to read and write: app for the literacy learning” by Raquel Gómez-Díaz and Araceli García-Rodríguez (2015). This paper is centred on the apps intended for literacy learning, and offers, along with a typology, and a selection of some of them.

In the third and last paper, which is entitled “Adaptive learning in Moodle: Three practical cases” by Dolores Lerís López *et al.* (2015), the Moodle adaptivity capabilities are reviewed. Moreover, authors explain how to implement three adaptive instructional designs in Moodle. Also, it is checked their effectiveness, in terms of the learning achieved by the student, and their efficiency, by reusing materials of previous learning experiences.



adaptativos. Además, se constata su eficacia, en términos del aprendizaje logrado por el estudiante, y su eficiencia, al reutilizar materiales de experiencias anteriores.

Referencias

- Abadía, A. R., Beltrán, F., Bueno, C., Fidalgo Blanco, Á., Julián, J. A., Lerís, D., . . . Sein-Echaluce Lacleta, M. L. (2015). Repositorio de Buenas Prácticas de Innovación Docente de la Universidad de Zaragoza. In Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* (pp. 761-766). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Alario-Hoyos, C., Pérez-Sanagustín, M., Delgado-Kloos, C., Parada G, H., Muñoz-Organero, M., & Rodríguez-de-las-Heras, A. (2013). Analysing the Impact of Built-In and External Social Tools in a MOOC on Educational Technologies. In D. Hernández-Leo, T. Ley, R. Klamma, & A. Harrer (Eds.), *Scaling up Learning for Sustained Impact* (Vol. 8095, pp. 5-18): Springer Berlin Heidelberg.
- Alario-Hoyos, C., Pérez-Sanagustín, M., Delgado-Kloos, C., Parada, H. A., Muñoz-Organero, M., & Rodríguez-de-las-Heras, A. (2013). Analysing the Impact of Built-In and External Social Tools in a MOOC on Educational Technologies. In D. Hernández-Leo, T. Ley, R. Klamma, & A. Harrer (Eds.), *Scaling up Learning for Sustained Impact*. 8th European Conference, on Technology Enhanced Learning, EC-TEL 2013, Paphos, Cyprus, September 17-21, 2013. *Proceedings* (Vol. 8095, pp. 5-18). Berlin Heidelberg: Springer.
- Alier Forment, M., Casany Guerrero, M. J., Conde González, M. Á., García-Peñalvo, F. J., & Severance, C. (2010). Interoperability for LMS: the missing piece to become the common place for e-learning innovation. *International Journal of Knowledge and Learning (IJKL)*, 6(2/3), 130-141. doi:10.1504/IJKL.2010.034749
- Baepler, P., & Murdoch, C. J. (2010). Academic Analytics and Data Mining in Higher Education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2). Retrieved from <http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/ij-sotl/vol4/iss2/17>
- Berlanga, A. J., & García-Peñalvo, F. J. (2004). Towards adaptive learning designs.

- In P. DeBra & W. Nejdil (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Proceedings* (Vol. 3137, pp. 372-375). Berlin: Springer.
- Berlanga, A. J., & García-Peñalvo, F. J. (2005a). IMS LD reusable elements for adaptive learning designs. *Journal of Interactive Media in Education, 11*. Retrieved from <http://jime.open.ac.uk/article/2005-11/282>
- Berlanga, A. J., & García-Peñalvo, F. J. (2005b). Learning Technology Specifications: Semantic Objects for Adaptive Learning Environments. *International Journal of Learning Technology, 1*(4), 458-472. doi:10.1504/IJLT.2005.007155
- Berlanga, A. J., & García-Peñalvo, F. J. (2008). Learning Design in Adaptive Educational Hypermedia Systems. *Journal of Universal Computer Science, 14*(22), 3627-3647. doi:10.3217/jucs-014-22-3627
- Borrás Gené, O., Martínez-Núñez, M., & Fidalgo Blanco, Á. (2014). Gamification in MOOC: Challenges, opportunities and proposals for advancing MOOC model. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* (pp. 215-220). New York, NY, USA: ACM.
- Borrás-Gené, O., Martínez-Núñez, M., & Fidalgo Blanco, Á. (2015). Gamificación de un MOOC y su comunidad de aprendizaje a través de actividades. In Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* (pp. 635-640). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Cabero, J. (2015). Visiones educativas sobre los MOOC. *RIED, 18*(2), 39-60.
- Calvo de León, R. (2015). Recensión de la Tesis Doctoral: Adaptación de la legislación a la Residencia “Gregorio Santiago” de Burgos de 1990 a 2000. *Education in the Knowledge Society, 16*(4), 158-161. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164158161>
- Castaño Garrido, C., Maiz, I., & Garay Ruiz, U. (2015). Diseño, motivación y rendimiento en un curso MOOC cooperativo. *Comunicar, 44*, 19-26. doi:<http://dx.doi.org/10.3916/C44-2015-02>
- Christensen, C. M., & Weise, M. R. (2014, May 09). MOOCs' disruption is only beginning. *The Boston Globe*. Retrieved from <https://www.bostonglobe.com/opinion/2014/05/09/moocs-disruption-only-beginning/S2VlsXpK6rzRx4DMrS4ADM/story.html>
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Alier, M., Casany,

- M. J., & Piguillem, J. (2014). An evolving Learning Management System for new educational environments using 2.0 tools. *Interactive Learning Environments*, 22(2), 188-204. doi:10.1080/10494820.2012.745433
- Farmer, J. (2013). MOOCs: A Disruptive Innovation or Not? Retrieved from <http://mfeldstein.com/moocs-a-disruptive-innovation-or-not/>
- Fernández-Pampillón Cesteros, A. M., Domínguez Romero, E., & Armas Ranero, I. (2013). Análisis de la evolución de los Repositorios Institucionales de material educativo digital de las universidades españolas. *RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 12(2), 11-25.
- Fidalgo, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2013). MOOC cooperativo. Una integración entre cMOOC y xMOOC. In Á. Fidalgo Blanco & M. L. Sein-Echaluce Lacleta (Eds.), *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013 (Madrid, 6-8 de noviembre de 2013)* (pp. 481-486). Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Fidalgo Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., & Sein-Echaluce Lacleta, M. L. (2013). A methodology proposal for developing adaptive cMOOC. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)* (pp. 553-558). New York, NY, USA: ACM.
- Fidalgo Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015a). La Sociedad del Aprendizaje. *Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)*. Madrid: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Fidalgo Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015b). Methodological Approach and Technological Framework to break the current limitations of MOOC model. *Journal of Universal Computer Science*, 21(5), 712-734.
- Fidalgo Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., García-Peñalvo, F. J., & Pinilla Martínez, J. (2015). BRACO: Buscador de Recursos Académicos Colaborativos. In Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* (pp. 469-474). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Fidalgo-Blanco, Á. (2012). *Desarrollo de un sistema de gestión de conocimiento para facilitar la aplicación, en contextos formativos, de las mejores prácticas de*

- innovación docente* (EA2011-0035). Retrieved from <http://138.4.83.162/mec/ayudas/repositorio/20121205163351EA2011-0035.pdf>
- Fidalgo-Blanco, Á., Balbín, A., Lerís, D., & Sein-Echaluce, M. L. (2011). Repository of good practices applied to higher education in engineering *Proceedings of Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTEI), 5-6 May 2011, Teruel, Spain* (pp. 1-7). EEUU: IEEE.
- Fidalgo-Blanco, Á., Lerís, D., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2013). Indicadores para el seguimiento y evaluación de la competencia de trabajo en equipo a través del método CTMTC. In Á. Fidalgo Blanco & M. L. Sein-Echaluce Lacleta (Eds.), *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013* (pp. 280-285). Madrid, España: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Fidalgo-Blanco, Á., & Ponce, J. (2011). Método CSORA: La búsqueda de conocimiento. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, 187(No Extra_3), 51-66. doi:10.3989/arbor.2011.Extra-3n3128
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Lerís, D., & García-Peñalvo, F. J. (2013). Sistema de Gestión de Conocimiento para la aplicación de experiencias de innovación educativa en la formación. In Á. Fidalgo Blanco & M. L. Sein-Echaluce Lacleta (Eds.), *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013* (pp. 750-755). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2014). Knowledge Spirals in Higher Education Teaching Innovation. *International Journal of Knowledge Management*, 10(4), 16-37. doi:10.4018/ijkm.2014100102
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Epistemological and ontological spirals: From individual experience in educational innovation to the organisational knowledge in the university sector. *Program: Electronic library and information systems*, 49(3), 266-288. doi:http://dx.doi.org/10.1108/PROG-06-2014-0033
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2013). The evolution of the technological ecosystems: An architectural proposal to enhancing learning processes. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 565-571). New York, NY, USA: ACM.
- García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2014). Architectural pattern for the

definition of eLearning ecosystems based on Open Source developments. In J. L. Sierra-Rodríguez, J. M. Doderó-Beardo, & D. Burgos (Eds.), *Proceedings of 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE), Logrono, La Rioja, Spain, 12-14 Nov. 2014* (pp. 93-98). USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., Hernández-García, Á., & Llorens-Largo, F. (2015). Analysis and Improvement of Knowledge Management Processes in Organizations Using the Business Process Model Notation. In D. Palacios-Marqués, D. Ribeiro Soriano, & K. H. Huarng (Eds.), *New Information and Communication Technologies for Knowledge Management in Organizations. 5th Global Innovation and Knowledge Academy Conference, GIKA 2015, Valencia, Spain, July 14-16, 2015, Proceedings* (pp. 93-101). Switzerland: Springer International Publishing.

García-Peñalvo, F. J. (2015). Entrepreneurial and problem solving skills in software engineers. *Journal of Information Technology Research*, 8(3), iv-vi.

García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Conde, M. Á., & Griffiths, D. (2014). Virtual placements for informatics students in open source business across Europe 2014 *IEEE Frontiers in Education Conference Proceedings (October 22-25, 2014 Madrid, Spain)* (pp. 2551-2555). USA: IEEE.

García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Conde, M. Á., & Griffiths, D. (2015). Semester of Code: Piloting Virtual Placements for Informatics across Europe *Proceedings of Global Engineering Education Conference, EDUCON 2015. Tallinn, Estonia, 18-20 March 2015* (pp. 567-576). USA: IEEE.

García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., & Achilleos, A. P. (2015a). Tecnología al servicio de un proceso de gestión de prácticas virtuales en empresas: Propuesta y primeros resultados del Semester of Code. *IEEE VAEP-RITA*, 3(1), 52-59.

García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., & Achilleos, A. P. (2015b). Virtual placements management process supported by technology: Proposal and firsts results of the Semester of Code. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*.

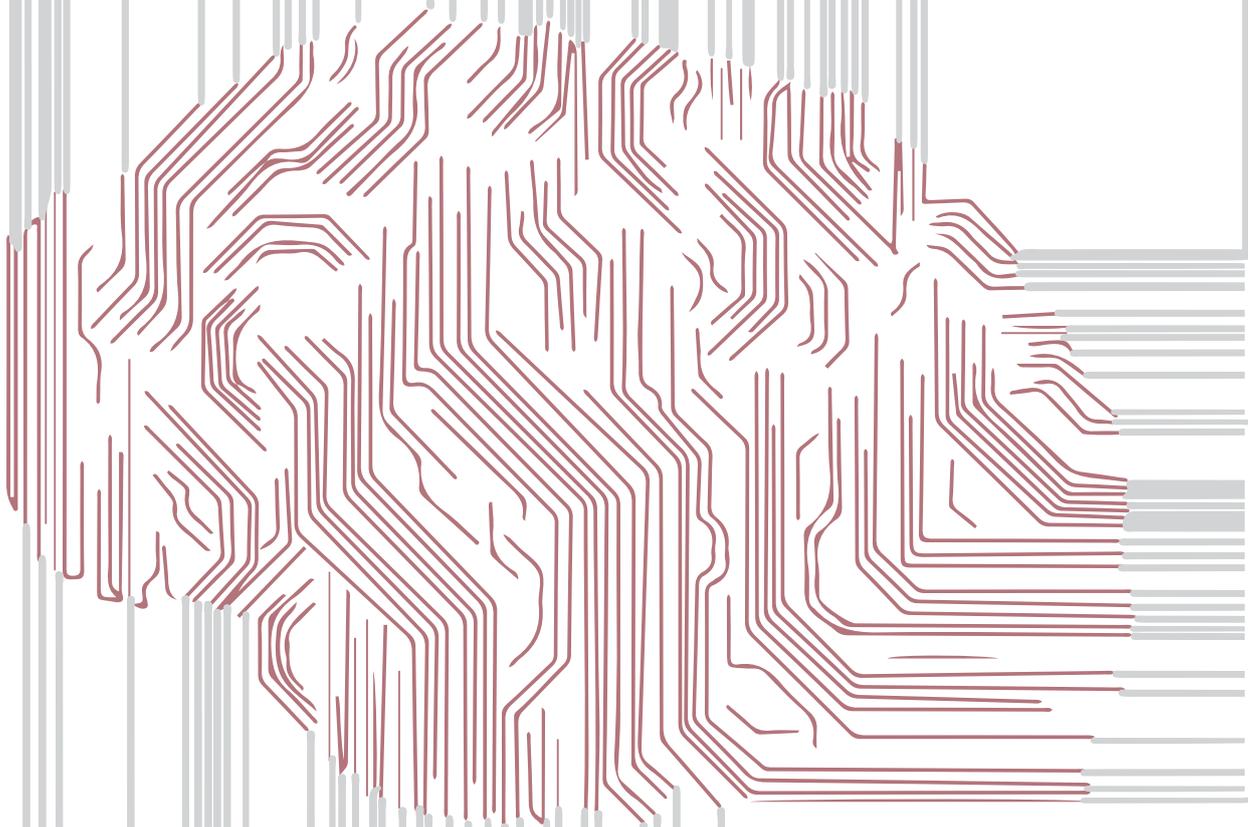
García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., Sharples, P., Willson, S., Johnson, M., Papadopoulos, G. A., Achilleos, A. P., Alier, M., Galanis, N., Conde, M. Á., Pessot, E., Elferink, R., Veenendaal, E., & Lee, S. (2014). Developing Win-Win Solutions for Virtual Placements in Informatics: The VALS Case. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'14)* (pp. 733-738). New York, USA: ACM.

- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo Blanco, Á., & Sein-EchaluceLacleta, M.L. (2015). *Tendencias en Innovación Educativa*. Conference at the III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015), Madrid, España. <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/126559>
- García-Peñalvo, F. J., Hernández-García, Á., Conde-González, M. Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., & Iglesias-Pradas, S. (2015a). Learning services-based technological ecosystems. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 467-472). New York, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., Hernández-García, Á., Conde-González, M. Á., Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Alier-Forment, M., Llorens-Largo, F., & Iglesias-Pradas, S. (2015b). Mirando hacia el futuro: Ecosistemas tecnológicos de aprendizaje basados en servicios. In Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* (pp. 553-558). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- García-Peñalvo, F. J., Merlo-Vega, J. A., Ferreras-Fernández, T., Casaus-Peña, A., Albás-Aso, L., & Atienza-Díaz, M. L. (2010). Qualified Dublin Core Metadata Best Practices for GREDOS. *Journal of Library Metadata*, 10(1), 13-36. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/19386380903546976>
- García-Peñalvo, F. J., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & Fidalgo-Blanco, Á. (2015). Educational Innovation Management. A Case Study at the University of Salamanca. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 151-158). New York, USA: ACM.
- García-Peñalvo, F. J., & Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119-144. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Gómez-Aguilar, D. A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2014). Analítica Visual en eLearning. *El Profesional de la Información*, 23(3), 236-245.
- Gómez-Aguilar, D. A., Hernández-García, Á., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2015). Tap into visual analysis of customization of grouping of activities in eLearning. *Computers in Human Behavior*, 47, 60-67.



- doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.001>
- Gómez-Díaz, R., & García-Rodríguez, A. (2015). APPrender a leer y escribir: aplicaciones para el aprendizaje de la lectoescritura. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 118-137. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164118137>
- Lerís, D., & Sein-Echaluce, M. L. (2011). La personalización del aprendizaje: Un objetivo del paradigma educativo centrado en el aprendizaje. *Arbor*, 187(Extra_3), 123-134. doi:10.3989/arbor.2011.Extra-3n3135
- Lerís López, D., Vea Muniesa, F., & Velamazán Gimeno, Á. (2015). Aprendizaje adaptativo en Moodle: Tres casos prácticos. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 138-157. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164138157>
- Llorens, F., Molina, R., Compañ, P., & Satorre, R. (2014). Technological Ecosystem for Open Education. In R. Neves-Silva, G. A. Tsihrintzis, V. Uskov, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.), *Smart Digital Futures 2014*. (Vol. 262, pp. 706-715): IOS Press.
- López, C., García-Peñalvo, F., & Pernías, P. (2005). Desarrollo de Repositorios de Objetos de Aprendizaje a través de la Reutilización de los Metadatos de una Colección Digital: De Dublin Core a IMS. *RED. Revista de Educación a Distancia*, IV(Número monográfico II). Retrieved from <http://www.um.es/ead/red/M2>
- Morales, E. M., Gil, A. B., & García-Peñalvo, F. J. (2007). Arquitectura para la Recuperación de Objetos de Aprendizaje de Calidad en Repositorios Distribuidos. In F. Gutiérrez Vela & P. Paderewski Rodriguez (Eds.), *Actas del 5º Taller en Sistemas Hipermedia Colaborativos y Adaptativos, SHCA 2007* (Vol. 1, pp. 31-38). Zaragoza, España.
- Morales, E. M., Gómez-Aguilar, D., & García-Peñalvo, F. J. (2008). HEODAR: Herramienta para la Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables. In J. Á. Velázquez-Iturbide, F. J. García-Peñalvo, & A. B. Gil (Eds.), *Actas del X Simposio Internacional de Informática Educativa - SIIE'08* Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Salzberg, S. (2015). How Disruptive Are MOOCs? Hopkins Genomics MOOC Launches In June. *Forbes*. Retrieved from <http://www.forbes.com/sites/stevensalzberg/2015/04/13/how-disruptive-are-moocs-hopkins-genomics-mooc-launches-in-june/>
- Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Fidalgo Blanco, Á., & García-Peñalvo, F. J. (2014). Buenas prácticas de Innovación Educativa: Artículos seleccionados del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 44. Retrieved from <http://www.um.es/ead/red/44/>

- Sein-Echaluze Lacleta, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., & Conde-González, M. Á. (2015). A knowledge management system to classify social educational resources within a subject using teamwork techniques. In P. Zaphiris & I. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings* (pp. 510-519). Switzerland: Springer International Publishing.
- Sein-Echaluze, M. L., Lerís, D., Fidalgo-Blanco, Á., & García-Peñalvo, F. J. (2013). Knowledge management system for applying educational innovative experiences. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)* (pp. 405-410). New York, USA: ACM.
- Sierra Rodríguez, J. L., Doderó Beardo, J. M., & Burgos, D. (2014a). *International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2014. USA: IEEE.
- Sierra Rodríguez, J. L., Doderó Beardo, J. M., & Burgos, D. (2014b). *XVI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'14). Acceso masivo y universal para un aprendizaje a lo largo de la vida (12-14 de Noviembre de 2014, Logroño, La Rioja, España)*. España: Universidad Internacional de La Rioja (UNIR).
- Sierra Rodríguez, J. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Informática Educativa y Educación en Informática. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 25-31. <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151642531>
- Sonwalkar, N. (2013). The First Adaptive MOOC: A Case Study on Pedagogy Framework and Scalable Cloud Architecture—Part I. *MOOCs Forum*, 1(P), 22-29. doi:10.1089/mooc.2013.0007
- Taamallah, A., & Khemaja, M. (2015). Providing pervasive Learning eXperiences by Combining Internet of Things and e-Learning standards. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 98-117. <http://dx.doi.org/10.14201/eks201516498117>
- Weise, M. R., & Christensen, C. M. (2014). *Hire Education. Mastery, modularization, and the workforce revolution*. EEUU: Clayton Christensen Institute.
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED, Revista de Educación a distancia*, 46. Retrieved from <http://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf>



Sección Especial

Special Section

Informática Educativa y Educación en Informática

Computers in Education and Education in Computer Science

José Luis Sierra-Rodríguez ¹, Francisco José García-Peñalvo ²

¹Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. jlsierra@fdi.ucm.es

²Grupo GRIAL, Departamento de Informática y Automática, Facultad de Ciencias, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
fgarcia@usal.es

Resumen

Selección de artículos extendidos relacionados con Informática Educativa y Educación en Informática presentados en la decimosexta edición del Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2014), celebrado entre el 12 y el 14 de noviembre de 2014 en Logroño, La Rioja, España.

Abstract

Selection of the extended papers related to Computers in Education and Computer Science Education topics presented at the sixteenth edition of the International Symposium on Computers in Education (SIIE 2014), held between 12 and 14 November 2014 in Logroño, La Rioja, Spain.

Palabras Clave:

Informática Educativa; Educación en Informática.

Keywords:

Computers in Education; Education in Computer Science.

1. Introducción

Esta sección especial integra las versiones revisadas y extendidas de cuatro trabajos sobre Informática Educativa y Educación en Informática presentados en SIIE'14 (Sierra Rodríguez, Dodero Beardo, & Burgos, 2014a, 2014b), la decimosexta edición del Simposio Internacional de Informática Educativa celebrado entre el 12 y el 14 de noviembre de 2014 en Logroño, La Rioja, España.

SIIE es uno de los eventos de referencia en la aplicación de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones a la Educación en el ámbito Iberoamericano. El Simposio ofrece un foro internacional para la presentación y debate de los últimos avances en investigación sobre las tecnologías para el aprendizaje y su aplicación práctica en los procesos educativos. También pretende poner en contacto a investigadores, desarrolladores, representantes institucionales y profesores para compartir puntos de vista, conocimientos y experiencias.

La edición SIIE'14 tuvo como tema central el acceso masivo y universal a recursos educativos como soporte al aprendizaje a lo largo de la vida. Con ello el simposio pretendió hacerse eco del enorme auge adquirido en los últimos años por enfoques que, como los representados por los cursos masivos en abierto (MOOC) (Fidalgo Blanco, García-Peñalvo, & Sein-Echaluce Lacleta, 2013; Fidalgo

Blanco, Sein-Echaluce Lacleta, Borrás Gené, & García-Peñalvo, 2014; Fidalgo Blanco, Sein-Echaluce Lacleta, & García-Peñalvo, 2013, 2015; García-Peñalvo, Fidalgo Blanco, & Sein-Echaluce Lacleta, 2014; SCOPEO, 2013; Zapata-Ros, 2013), suponen una democratización real y de ámbito mundial al acceso a materiales educativos de calidad en abierto. El principal objetivo del simposio fue, de esta manera, permitir avanzar en la forma en la que los métodos, técnicas y herramientas de la informática educativa contribuyen a promover el acceso inclusivo, personalizado y a lo largo de la vida a un patrimonio cultural universal.

Al igual que en ediciones pasadas, SIIE'14 integró la Informática Educativa y la Educación en Informática como líneas temáticas vertebrales (Dodero *et al.*, 2014; Dodero *et al.*, 2013; García-Peñalvo, Sarasa Cabezuelo, & Sierra González, 2014; García-Peñalvo, Sarasa Cabezuelo, & Sierra Rodríguez, 2014; Velazquez-Iturbide & Garcia-Penalvo, 2009). Además, el simposio desarrolló los eventos ISELEAR (Ingeniería del Software en *eLearning*) y SPDECE (Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos) como líneas adicionales e integradas en el mismo. Por último, junto con las presentaciones de artículos científicos, el Simposio ofreció un conjunto de talleres y sesiones temáticas.

2. Contenidos de la sección especial

En relación con las líneas básicas desarrolladas en SIIE'14 que nos ocupan en esta sección especial:

- La línea temática sobre Informática Educativa articuló los temas relativos a la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en educación en general. Dicha línea desarrolló aspectos tales como el análisis del aprendizaje, la aplicación de teorías pedagógicas al diseño de software educativo, las aplicaciones de la web semántica en educación, los modelos de aprendizaje apoyado en la tecnología (aprendizaje a distancia, *online* e híbrido, aprendizaje colaborativo, aprendizaje con sistemas móviles/ubicuos, etc.), la autoría de contenidos educativos, los cursos masivos en abierto (MOOC), el conocimiento abierto en contextos educativos, el diseño y estandarización de lenguajes de modelado y metadatos educativos, el desarrollo y evaluación de software educativo, la e-Evaluación, los entornos personalizados para el aprendizaje, la formación de profesores en las TIC, la gestión de las competencias en los contextos educativos, la inteligencia artificial en educación, la interacción persona-computador en contextos educativos, los laboratorios virtuales y laboratorios remotos, las metodologías y experiencias de uso de software educativo, la minería de datos educativos, la multimedia, hipermedia y visualización en educación, los mundos virtuales educativos, la robótica educativa, los sistemas de cursos, herramientas y recursos basados en web, los sistemas y plataformas de gestión educativa, el soporte del aprendizaje no formal e informal ligado al puesto de trabajo, los videojuegos y simulaciones educativas, o la web social y las comunidades de aprendizaje.
- La línea temática sobre Educación en Informática agrupó los temas relativos a dicho aspecto específico de la Informática Educativa, incluyendo métodos y herramientas para la educación en campos específicos de la Informática, y estrategias de enseñanza y aprendizaje del pensamiento computacional más allá de las disciplinas específicas de Informática. Los temas originalmente contemplados por esta línea incluyeron, entre otros, el diseño y evaluación de herramientas para la enseñanza-aprendizaje en materias específicas de informática, las visualizaciones y animaciones para educación en informática, las simulaciones y juegos serios para educación en informática, el diseño curricular en informática, la informática en enseñanzas secundarias y el pensamiento computacional, la



enseñanza-aprendizaje de materias propias de la informática (programación, bases de datos, sistemas operativos, arquitectura de computadores, lenguajes de programación y construcción de compiladores, etc.), la informática en ciencias experimentales, sociales y humanas, los métodos y casos de estudio en *Platform-Based Development* (web, móviles, etc.), las estrategias de aprendizaje en informática, o los cursos masivos en abierto en informática.

La edición SIIE'14 recibió un total de 60 contribuciones. Tras un proceso de revisión por pares exhaustivo, en el que cada contribución fue revisada por, al menos, tres miembros del comité de programa, 34 fueron aceptadas como “artículo largo”, otras 9 fueron aceptadas como “artículo corto”, y 2 fueron aceptadas como propuesta de taller. Los trabajos aceptados ofrecieron, de esta forma, una completa y actualizada perspectiva del estado actual y las tendencias en Informática Educativa en cada una de las dimensiones abordadas en el Simposio. Esta sección especial contiene, por tanto, las versiones extendidas y revisadas de cuatro de los trabajos más notables presentados en el simposio, y que abordan aspectos seleccionados de la Informática Educativa y de la Educación en Informática. Más concretamente:

- En *“La docencia como un fractal: de la experiencia al modelo”* Patricia Compañ, Rafael Carmona, Rosana Satorre y Faraón

Llorens (2015) parten de la opinión de los estudiantes sobre aspectos que influyen directamente sobre la calidad de la docencia (masificación, carga de trabajo asociado a las materias, los tipos de aulas en las que se desarrollan las clases, etc.), así como de su propia experiencia como docentes en relación con distintas prácticas docentes (presentaciones orales en clase, estrategias de corrección basadas en pares, etc.) para proponer un modelo que mejore la motivación del alumnado. Dicho modelo, que tiene en cuenta aspectos clave como la motivación, la evaluación, la sensación de progreso y el aprendizaje autónomo a fin de propugnar la retroalimentación y fomentar la motivación del estudiante, se basa en elementos de diseño instruccional así como en analogías con los principios de la geometría fractal.

- En *“Rubric-based tools to support the monitoring and assessment of Bachelor’s Final Projects”* Verónica Moreno y Davinia Hernández (2015) abordan el problema crítico del seguimiento y evaluación de los proyectos fin de grado en Ingeniería. Para ello, las autoras proponen un enfoque basado en rúbricas (es decir, en un conjunto de criterios y estándares utilizados para llevar a cabo el seguimiento y la evaluación de los citados proyectos), y lo evalúan mediante una experiencia llevada a cabo en la Escuela Superior Politécnica de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona.

- En *“Reutilización de datos abiertos en el aprendizaje de diseño de bases de datos a través de proyectos”* José Norberto Mazón, Elena Lloret, Eva Gómez, Antonio Aguilar, Iván Mingot, Enesto Pérez, y Luisa Quereda (2015) proponen una estrategia a la enseñanza y el aprendizaje de materias relacionadas con bases de datos basada en el empleo de cuerpos de datos abiertos disponibles públicamente. Para ello, los alumnos deben proponer aplicaciones que reutilicen distintos bancos de datos abiertos para un determinado fin. Los estudiantes deben, entonces, diseñar bases de datos que faciliten la gestión de dichos datos para los propósitos abordados por las aplicaciones, y poblar dichas bases de datos a partir de los bancos de datos abiertos seleccionados. Como resultado, se aumenta la motivación de los alumnos, que valoran el uso de datos reales como vehículo para llevar a cabo proyectos relacionados con las citadas materias de bases de datos.
- Por último, en *“Uso de GitHub en el diseño de e-actividades para la refactorización del software”* Carlos López, Jesús M. Alonso, Raúl Marticorena y Jesús M. Maudes (2015) se centran en el importante aspecto de la enseñanza y el aprendizaje de la refactorización de software. Para ello, proponen un conjunto

de e-actividades de refactorización de código Java organizadas de acuerdo a la taxonomía de Bloom, y soportadas por las funcionalidades de versionado del repositorio de código abierto GitHub. Los autores analizan, así mismo, el impacto de su propuesta tanto desde el punto de vista del efecto en el aprendizaje, como desde el punto de vista de la carga de trabajo que supone tanto para el docente como para el estudiante.

Todos estos trabajos han sido sustancialmente revisados y extendidos por sus autores, y han superado un exhaustivo proceso de revisión por pares que ha involucrado varios ciclos de revisión, de acuerdo con los estándares de la revista *“Education in the Knowledge Society”*.

Los editores invitados quieren agradecer a los comités directivos y de programa de SIIE'14, a la Asociación Española para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE), así como a los autores de los cuatro trabajos que integran el número especial y a los revisores que, desinteresadamente, han intervenido en el proceso de revisión, por la estupenda labor científica realizada. Así mismo, quieren agradecer a todo el equipo de *“Education in the Knowledge Society”* por el soporte proporcionado y por la oportunidad brindada para organizar este número especial.



3. Referencias

- Compañ-Rosique, P., Molina-Carmona, R., Satorre-Cuerda, R., & Llorens-Largo, F. (2015). Teaching as a fractal: From experience to model. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 32-46. <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151643246>
- Dodero, J. M., García-Peñalvo, F. J., González, C., Moreno-Ger, P., Redondo, M. Á., Sarasa, A., & Sierra, J. L. (2014). Development of E-Learning Solutions: Different Approaches, a Common Mission. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*, 9(2), 72-80. <http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2014.2317532>
- Dodero, J. M., García-Peñalvo, F. J., González, C., Moreno-Ger, P., Redondo, M. Á., Sarasa-Cabezuelo, A., & Sierra-Rodríguez, J. L. (2013). Desarrollo de Soluciones para E-Learning: Diferentes Enfoques, un Objetivo Común. *VAEP-RITA*, 1(2), 113-122.
- Fidalgo Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., & Sein-Echaluce Lacleta, M. L. (2013). A methodology proposal for developing adaptive cMOOC. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13)* (pp. 553-558). New York, NY, USA: ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2536536.2536621>
- Fidalgo Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., Borrás Gené, O., & García-Peñalvo, F. J. (2014). Educación en abierto: Integración de un MOOC con una asignatura académica. *Education in the Knowledge Society (formerly Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información)*, 15(3), 233-255. Retrieved from http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/12226/12571
- Fidalgo Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2013). MOOC cooperativo. Una integración entre cMOOC y xMOOC. In Á. Fidalgo Blanco & M. L. Sein-Echaluce Lacleta (Eds.), *Actas del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC)* (pp. 481-486). Madrid, Spain: Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Fidalgo Blanco, Á., Sein-Echaluce Lacleta, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Methodological Approach and Technological Framework to break the current limitations of MOOC model. *Journal of Universal Computer Science*, 21(5), 712-734.
- García-Peñalvo, F. J., Fidalgo Blanco, Á., & Sein-Echaluce Lacleta, M. L. (2014). Tendencias en los MOOCs. Retrieved from <http://gredos.usal.es/jspui/handle/10366/125093>

- García-Peñalvo, F. J., Sarasa Cabezuelo, A., & Sierra González, J. L. (2014). Innovating in the Engineering Processes: Engineering as a Means of Innovation. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje (IEEE RITA)*, 9(4), 131-132. <http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2014.2363004>
- García-Peñalvo, F. J., Sarasa Cabezuelo, A., & Sierra Rodríguez, J. L. (2014). Innovando en los Procesos de Ingeniería. Ingeniería como Medio de Innovación. *VAEP-RITA*, 2(1), 26-28.
- López, C., Alonso, J. M., Marticorena, R., & Maudes, J. M. (2015). Uso de GitHub en el diseño de e-actividades para la refactorización del software. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 81-96. <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151648196>
- Mazón, J. N., Lloret, E., Gómez, E., Aguilar, A., Mingot, I., Pérez, E., & Quereda, L. (2015). Reutilización de datos abiertos en el aprendizaje de diseño de bases de datos a través de proyectos. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 63-80. <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151646380>
- Moreno Oliver, V., & Hernández-Leo, D. (2015). Rubric-based tools to support the monitoring and assessment of Bachelor's Final Projects. *Education in the Knowledge Society*, 16(4), 47-62. <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151644762>
- SCOPEO. (2013). *SCOPEO INFORME N°2: MOOC: Estado de la situación actual, posibilidades, retos y futuro*. Retrieved from Salamanca, Spain: <http://scopeo.usal.es/wp-content/uploads/2013/06/scopeoi002.pdf>
- Sierra Rodríguez, J. L., Dodero Beardo, J. M., & Burgos, D. (2014a). *International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, 2014. USA: IEEE.
- Sierra Rodríguez, J. L., Dodero Beardo, J. M., & Burgos, D. (2014b). *XVI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE'14). Acceso masivo y universal para un aprendizaje a lo largo de la vida (12-14 de Noviembre de 2014, Logroño, La Rioja, España)*. España: Universidad Internacional de La Rioja (UNIR).
- Velazquez-Iturbide, J. A., & Garcia-Penalvo, F. J. (2009). Computers in Education: Advances in Software Technology. *Journal of Universal Computer Science*, 15(7), 1423-1426.
- Zapata-Ros, M. (2013). MOOCs, una visión crítica y una alternativa complementaria: La individualización del aprendizaje y de la ayuda pedagógica. *Campus Virtuales. Revista Científica Iberoamericana de Tecnología Educativa*, 2(1), 20-38. Retrieved from <http://www.revistacampusvirtuales.es/campusvirtuales/2/2.pdf>

Teaching as a fractal: from experience to model

La docencia como un fractal: de la experiencia al modelo

Patricia Compañ-Rosique, Rafael Molina-Carmona, Rosana Satorre-Cuerda, Faraón Llorens-Largo

Department of Computer Science and Artificial Intelligence, University of Alicante, Alicante, Spain.
{company, rmolina, rosana, faraon}@dccia.ua.es

Abstract

The aim of this work is to improve students' learning by designing a teaching model that seeks to increase student motivation to acquire new knowledge. To design the model, the methodology is based on the study of the students' opinion on several aspects we think importantly affect the quality of teaching (such as the overcrowded classrooms, time intended for the subject or type of classroom where classes are taught), and on our experience when performing several experimental activities in the classroom (for instance, peer reviews and oral presentations). Besides the feedback from the students, it is essential to rely on the experience and reflections of lecturers who have been teaching the subject several years. This way we could detect several key aspects that, in our opinion, must be considered when designing a teaching proposal: motivation, assessment, progressiveness and autonomy. As a result we have obtained a teaching model based on instructional design as well as on the principles of fractal geometry, in the sense that different levels of abstraction for the various training activities are presented and the activities are self-similar, that is, they are decomposed again and again. At each level, an activity decomposes into a lower level tasks and their corresponding evaluation. With this model the immediate feedback and the student motivation are encouraged. We are convinced that a greater motivation will suppose an increase in the student's working time and in their performance. Although the study has been done on a subject, the results are fully generalizable to other subjects.

Keywords:

motivation; evaluation; active learning; instructional design; task-based learning; fractal.

Resumen

El objetivo de este trabajo es tratar de mejorar el aprendizaje de los estudiantes diseñando un modelo docente que intenta aumentar su motivación por adquirir nuevos conocimientos. Para poder diseñar el modelo, la metodología empleada se ha basado en el estudio de la opinión de los estudiantes sobre distintos aspectos que pensamos que afectan en gran medida a la calidad de la docencia (tales como la masificación de las aulas, el tiempo previsto para la asignatura, el tipo de aula en el que se imparten las clases), y en nuestra experiencia a lo hora de realizar distintas actividades de forma experimental en clase (por ejemplo, la corrección entre compañeros y las presentaciones orales en clase). Además de conocer la opinión de los alumnos, es fundamental basarse en la experiencia y reflexiones de los docentes que han estado impartiendo la materia varios años. De ahí hemos entresacado algunos aspectos clave, que en nuestra opinión, deben tenerse en cuenta al diseñar la propuesta docente: motivación, evaluación, progresividad y autonomía. Como resultado hemos obtenido un modelo docente basado en el diseño instruccional así como en los principios de la geometría fractal, en el sentido de que se plantean diferentes niveles de abstracción para las diversas actividades formativas y estas son auto similares, es decir, se descomponen una y otra vez. En cada nivel una actividad se descompone en tareas de un nivel inferior junto con su evaluación correspondiente. Con este modelo se fomenta la retroalimentación y la motivación del estudiante. Estamos convencidos de que una mayor motivación supondrá un aumento en el tiempo de trabajo de los estudiantes y en su rendimiento. Aunque el estudio se ha hecho sobre una asignatura, los resultados son totalmente generalizables a otras materias.

Palabras Clave:

motivación; evaluación; aprendizaje activo; diseño instruccional; aprendizaje basado en tareas; fractal.

1. Introducción

At the beginning of each academic year, university teachers face the task of getting their students to learn. Teachers must choose a training model to teach their subjects, hoping it to properly work. There are several problems, with no simple solutions, to be addressed. Among them, we could cite the lack of motivation of students. Another situation is that any attempt to apply new methodologies based on continuous assessment involves significant increase in the teacher workload.

At the end of the course, however, many questions and doubts about the process and the results arise. These hesitations may seem negative, but actually they are not, since they may cause further changes, developments and improvements in teaching the subject.

That is why we plan to design a new teaching-learning model to mitigate the difficulties that teachers meet and to increase learning success. To address this task, it seems necessary to analyze the opinion of students on some issues and also to do some reflections relying on other educational models, such as the instructional model, whose aim is to improve learning. The instructional model of Reigeluth (2012) (Instructional Theory) is student-centered. Student progress is based on the student's own learning. This model is built on the work of Merrill, who proposed a set of five instructional prescriptive principles that improve the quality of education (Merill, 2007,

2009). These principles have to do with the centrality of task, activation, demonstration, implementation and integration.

Some core ideas of this instructional paradigm of education are:

- Learner-centered vs. teacher-centered instruction.
- Learning by doing vs. teacher presenting.
- Customized vs. standardized instruction.

These ideas represent some characteristics of the instructional paradigm but the specific methods by which each principle is implemented vary considerably from one educational system to another. It is due to the different conditions of each situation. We propose a model that incorporates some of these ideas.

The use of the information technologies is nowadays more and more common in the teaching-learning process. As a consequence, the research on instructional design has been reactivated paying special attention to its adaptation to this new digital world. Task based instruction has proved to be effective for customized systems and student-centred learning. In these models, the assessment, the motivation and the active role of students are definitely the key. In fact, this is one of the main challenges in education and, in particular, in online education. Precisely, motivation, progressiveness and instant feedback are the pillars of gamification (Pastor, Satorre, Molina, Gallego & Llorens,



2015).

This paper is the result of these questions and hesitations, the inquisitiveness about new teaching-learning methods and the concern of improving.

The proposal presented in this paper is part of a course in introductory computer programming in the Degree in Multimedia Engineering, but the considerations and conclusions are not specific to this subject, so that they can be extrapolated to other areas in which a teaching-learning process is developed.

The paper is organized as follows. In section

2. From experience

At any stage of everyday life, the actors have different appreciations depending on their role; just think in any situation that occurs between parent and child, boss and employee, or even friend and friend. The relationship between teachers and students is not immune to this reality and this fact is reflected in the various difficulties that the teacher finds in his professional life. Often, situations that teachers consider as problematic are irrelevant to the students, and vice versa. It is important, in our opinion, to try to find an explanation for these discrepancies. To compare the opinions of students and teachers in some key aspects of the development of

2 the different perception of students and teachers facing the same situations is shown, along with different experiences that we have conducted over several academic years. Section 3 presents the cornerstones that we have identified and that are fundamental in the teaching process, from our point of view. Section 4 presents the fractal model of teaching, including the model definition and an example of application to the particular context of a specific course. Finally, the last section describes the findings from the whole reflection.

classes, some questionnaires have been done. Also, during the different academic years, we have been making different actions with the intention of getting closer to the student and to his way of learning in order to obtain a greater involvement.

Although the study focuses on course Programming 1 of the Degree in Multimedia Engineering, questionnaires were carried out in all groups of this subject, and also in 3 groups of Programming 1 of the Degree in Computer Engineering, to compare heterogeneous groups. In the following sections the results are discussed and our conclusions are presented.

2.1. Quantification of student work

Teachers often feel that students do not spend enough time to work the subject outside the classroom. In our case, since it is a subject of 6 credits, considering the correspondence of the classroom and non-classroom hours of work, students should spend approximately 6 hours per week of non-classroom work. To measure non-classroom work, we asked two questions. The first one is of appreciative type, asking whether they devote enough time to the course; and the second one is of quantitative type, about the time spent, giving three possible responses: less than 3 hours, between 3 and 6 hours and 6 hours per week. Reviewing the results of the surveys it can be observed that they do not spend the determined time and they do not perceive that the time spent is clearly insufficient. Looking at Figure 1, virtually half of the students believe they devote the necessary time to the subject. However, in figure 2 it is found that most students spend fewer hours that

the time considered by faculty as necessary to assimilate the material. Indeed, very few students have approached the recommended six hours of dedication as stated by the ECTS credits. These data corroborate the perception that teachers have on non-classroom student work, especially when considering the final marks. However, should we infer that the bad results come from the lack of dedication or are there other causes for low marks?, do the teachers know how to estimate the time required to perform the training activities?, do we really have a reliable method to know the time they spend? All these questions lead us to reflections and proposals that are presented in the next sections.

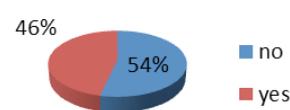


Fig. 1. Do you think you spend the necessary time to the subject?

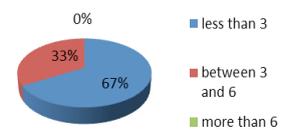


Fig. 2. How much time do you spend on the course outside the classroom?

2.2. The objective of learning

Another interesting question is to find out what are the perceptions of students about the learning objectives of the course. It may be surprising that the objectives that teachers set out and the ones that students perceive are often very different. In our case, we are interested in the idea that a first course student has about what programming is. In our experience, for a student programming is writing programs that perform the required tasks, regardless their appropriate design,

simplicity, efficiency or whatever; that is, the programs must work no matter how. Given this perspective, it is well understood that they believe that the subject should be taught using computers. So we have asked if they consider that the subject must be taught in a computer laboratory. In Figure 3 we show the results: an overwhelming majority defend such type of classrooms as the most appropriate for the subject. This idea does not correspond exactly with the teacher's opinion. From our

point of view, at the computer, students tend to focus on writing code without analysing beforehand the design of the solution as a whole. Predictably it will not work as expected and then they will patch it adding new instructions, copying and pasting code to finally join a program that may work but that it is completely incomprehensible. If they had spent some time thinking about the design, this would not happen, but the minutes they do not write code are wasted

time for them. Clearly the use of a computer to implement the program is necessary, but the training activities should be designed so that this kind of “programs that work at any cost” is not rewarded.

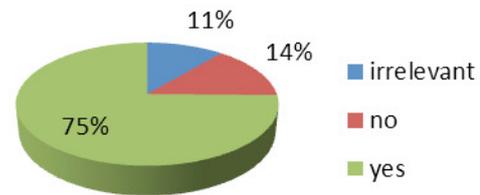


Fig.3. Do you think it would be better to teach the subject completely in a computer laboratory?

2.3. The class size and the teaching method

The high number of students in a lecture class is perceived by the teachers as a major setback. We consider extremely difficult to try to explain a very practical matter in a classroom with a hundred students. The only ones who pay attention are those in the front rows. Furthermore, when the group size is small, the teacher can closely interact with students. This way the evaluation might be less focused on exams and tests. Having fewer students means that the teacher knows the work and effort devoted by each student to the subject.

To obtain feedback from the students, we asked them if they thought the number of students in the lecture room is adequate. As we suspected, the students think that the size is greater than adequate in the vast majority, as shown in Figure 4. However, we found it interesting to know the opinion of the students belonging to groups of smaller size. Taking advantage of the fact that the teachers also

give class in a subject of identical contents in the Degree in Computer Engineering where the group size is smaller, the same question was asked. The results are shown in Figure 5 for four different group sizes. It is observed that the number of students who feel that the group size is suitable decreases as the group size increases.

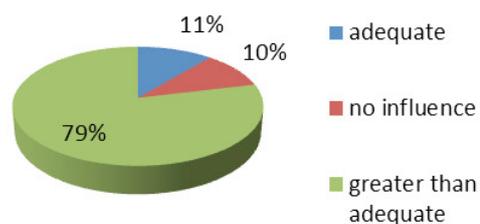


Fig.4. Do you think that the number of students in the lecture class is appropriate? (Reference group, size 125 students per classroom).

Although students corroborate our impressions, data are not as conclusive as expected. The problem of overcrowded classrooms has been partly alleviated because of the adaptation of the teacher to the group size: instead of promoting the active participation of students, the class is in lecture mode, the only possible way. Thus, the

students do not suffer so much the crowded classrooms since massiveness does not affect them when attending the class. However, if during the lesson they played a more active role, they immediately would notice it is not possible in large groups.

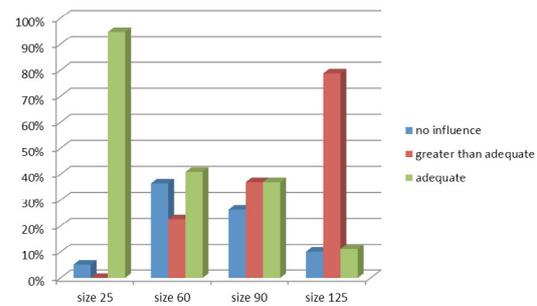


Fig.5. Do you think that the number of students in the lecture class is appropriate? Comparison between groups of different size.

2.4. Peer learning

Peer learning can be defined as the acquisition of knowledge and skills through active helping and supporting among status equals companions (Topping, 2005). There are several types of peer learning. We have decided to use peer assessment, that is, peer evaluation of the outcomes of learning of the other members of the group.

Peer review is useful in several contexts, such as academia and business. It has been featured in numerous conferences about education (Marqués, Badía & Martínez, 2013), (Oliver & Canivell, 2009), (Sánchez & Blanco, 2013). To perform a peer review of an exercise, students should not only use their existing knowledge of the subject but also they should know how to use them to analyse and assess the work of their classmates. A person is aware of what he knows when trying to explain someone a particular problem of the discipline. Applying this “common knowledge” to correcting colleagues’ exercises, students test their level of knowledge and so doubts arise. It is a good opportunity to solve these doubts; for sure they will be more receptive. For the assessment process

to achieve the pursued objective, avoiding confusion and overwhelm, our students are previously indicated what and how to evaluate. In addition, the correction should not only indicate the mistakes, but also their solution. After peer review, professor solves the problem by insisting on what is really important and what is not. Do not forget that this is a subject about Programming and there is no single solution. For example, they are warned that the essential aspect is the use of the appropriate structure, beyond the syntactic correctness. When correcting, the teacher’s goal is the students to identify what is important and relevant to the design of a solution. Students consider this activity very useful and teachers do agree with them on this occasion. During peer review, students must test their knowledge to solve and review, while they must analyse other solutions, designed from a different point of view.

In some theory groups (no computers in the classroom), with a small number of students we could make another activity. In this case, students should prepare some

topics of the subject to be explained to their classmates in the next session. Again, we have put into practice the idea that explaining a concept includes the knowledge acquisition and, therefore, it forces a deep preparation of the topic and a reinforcement of the learning process, as it is stated in (Biggs, 1999). Moreover, these exercises allow the development of the transverse oral

presentation skills.

Both students and teachers believe that this activity is useful not only for the student who makes the presentation, but also for those receiving the explanation, because they all speak the same language. With this activity, the teacher can correct errors or interpretations that otherwise would not know.

3. Through cornerstones

In addition to the issues discussed in the previous section, there are other questions

that underlie the common thinking of teachers but are not easily measured.

3.1. Motivation

All human activity is performed according to the reward you get to carry it out. This reward can be varied. To give some examples, the work provides, among other, financial rewards but can also provide satisfactions of more personal nature; altruistic help provides emotional rewards; leisure satisfy us for fun, etc. This can be brought to education and in this sense, students work to achieve their own reward: in many cases the reward they seek is to pass the subject, but in others, satisfaction is provided by the pleasure of learning itself. This is what is usually called extrinsic motivation (achieved through external rewards) and intrinsic motivation (which depends on ourselves and which is given by the interests of each person) (Rinaudo, Chiecher & Donolo, 2003), (Tapia, 1995). It is essential that there is some intrinsic motivation for a

good result in the learning process. Just as Jenkins argues (2001), if the students are not motivated, they will not learn.

The intrinsically motivated students select and perform activities for their interest, curiosity and challenge, and they are more willing to implement a significant mental effort while performing the task, to engage in more rich and elaborate processing and in the use of deeper and more effective learning strategies. For example, students who have a real interest in learning to program try to do other than expected exercises, ask questions concerning “how this would be done”, ask for issues that are not in the syllabus, or are interested in aspects that belong to more advanced subjects.

Instead, extrinsically motivated students engage in certain activities only when they are

offered the possibility of obtaining external rewards; moreover, such students may choose easier tasks whose solution assures them the reward. In education, these rewards are usually getting good grades, achieving recognition by others, avoiding failure, etc. Generally, extrinsic motivation is easier to induce than intrinsic motivation. So teachers work mainly extrinsic motivation, so they

repeat very often sentences as: “you should work harder to succeed”, “if you do this exercise, you will get a higher final grade” ... All in all, we emphasize the reward to get a purpose. Of course, the teacher’s ability to convey his enthusiasm for the subject causes in many cases that the intrinsic motivation of students wake up, but measuring the intrinsic interest in a subject is extremely complex.

3.2. Evaluation

Another difficult situation that the teacher faces is how to track the work of the student as closely as possible. Driven by this goal, eventually we work very hard but we do not always get the proposed goal.

These inquisitiveness about motivation and how to awaken it, has been detected by all teachers in our daily work, possibly in a more informal way: we are convinced that our students do not show much interest in the matter, do not work hard enough, study just enough to pass the exams, and they do not do an activity if they do not get something tangible from it (an increase in the mark). We strive to repeat that they must work and bring up the matter, commonly with few results. What is wrong in our work? Probably we make many mistakes, but perhaps one of the key issues is the evaluation. We want them to work every day, to have their own initiative and to show interest in going a bit beyond the levels set in the syllabus, but we only evaluate them using an exam, or in the best of cases, using several tests and works

along the course. Many of the activities we propose them or even we would like them to undertake on their own initiative are not evaluated, that is, they do not carry any reward. In short, we are leaving much of their learning (perhaps the more interesting part) to its own intrinsic motivation. The question is: can we get all these tasks associated with their own reward? Maybe so, the external reward will lead them to internalize the interest in this matter.

As a starting point of our teaching model, we propose the following core idea: “there should be no activity without evaluation”, that is, every activity that the student performs in the course (all, including attending classes, participation, any exercise and even home study) should be evaluated. The challenge is therefore to identify which activities are necessary for the student to acquire the skills and knowledge that we have proposed, and how we evaluate them.

Evaluating does not mean making an exam, of course. The evaluation can be an activity



itself as a test or a class presentation, but it can also be any faint element within an activity: for instance, validate whether certain content is searched, check the time spent performing an activity, answer a question in a forum or simply check whether the student has read

it, see if the materials have been downloaded from their Learning Management System, etc. In short, we should design the subjects from activities, each defined to achieve one or more skills, and each with its own assessment.

3.3. Progressiveness

Another activity in this course has been to force delivery of a particular exercise of each practice to allow the progress in solving the following practices. The statement of the practice problems contains some solved exercise as examples and some proposed exercises to solve. To unblock the access to the following practice, the students are forced to deliver at least one of the proposed exercises. The idea is to apply something similar to the strategies used in gamification, but at a very basic level. It is similar to overcoming the various levels of a game, so they value their progress. The aim of this exercise was to motivate them to finish to advance. Moreover, the teacher's review provides

feedback, allows redelivery and review what was presented. The students appreciate this type of exercises but teachers consider that they have not met the objectives and, besides, they have significantly increased the teachers' workload. We are disappointed because the students have focused on solving the proposed exercise just for delivery, even copying other classmates' solution. It is true that it has been useful for some students, but it is also true that those students would have progressed similarly if there were no obligation to deliver any exercise.

3.4. Independent learning

An interesting activity that we have implemented at the beginning of the course is the students to prepare a given topic, and them to make a test about this topic with no teacher's explanation. After completing the questionnaire, the teacher explains each issues and solves the doubts. Again students and teachers agree on the usefulness of this

activity. The goal of the test is not to get a mark to add to the final evaluation, but the students to anticipate the teacher's explanation. Thus when the teacher explains the subject, students have some prior knowledge that make them more perceptive and allow them to perfectly follow the class.

4. To model

4.1. Teaching as a fractal

Considering the arguments described above and relying on theories of other authors as the Instructional Theory of Reigeluth (2012), fractal design model is proposed (Compañ, Molina, Satorre & Llorens, 2014).

A fractal is a geometric object whose basic structure is repeated at different scales. The mathematical concepts related to fractals can inspire us in proposing a teaching model. We propose to define a primitive element that is repeated at different scales, so self-similar, the style of fractals. Therefore each primitive element is formed in turn by elements of a lower level but with the same scheme, giving the proposal a fractal character.

The primitive elements of the teaching model are training activities. Thus, each level consists of a series of training activities, all with a common structure: learning objectives, a set of activities of a lower level which it divides into, and assessment, based on the lower levels (Figure 6).

Note that each activity, regardless of its characteristics (complex or simple, instant and long lasting, abstract or concrete, theoretical or applied), entails some evaluation.

To follow the fractal scheme, training activities are integrated in turn by lower level activities with the same structure. The minimum level is marked by the nature of the

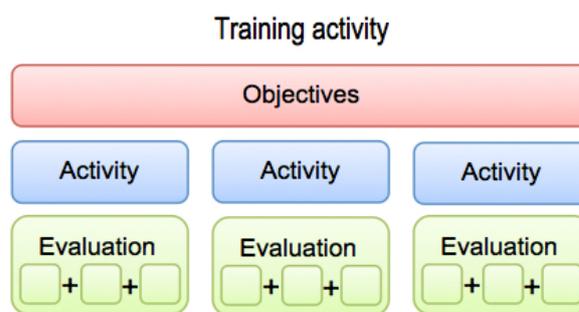


Fig.6. Elements of a training activity.

activity and the type of subject, allowing the teacher to design his course according to his own criteria.

As a result of applying this model, learning emerges naturally from the design itself: the sum of activities of different type and different level prepares students to face problems of different nature and facilitates the processes of analysis, synthesis and generalization; evaluating each activity helps the student to be aware of the importance of the activity and its ultimate impact on learning outcomes.

In the proposed model, the last level, or atomic level, must be simple enough for the evaluation actions to be easily automated. To do so, it is necessary to incorporate technological tools to facilitate this task and provide the student immediate feedback on their progress.

The analogy between the proposed model and fractals is not merely anecdotal. Some characteristics of fractals can be related to the model resulting in a new formalization and

conclusions. Here are some of the interesting features.

- Fractal objects are too complex and irregular to be described through traditional geometrical concepts. The teaching process is, of course, very complex and irregular. Every subject, every activity, every teacher and even each student may require a different training design.
- Fractals are self-similar objects, that is, its shape is defined from smaller copies of the same figure. Thus, copies are similar to the whole, with the same shape but different size. This concept is key to our teaching design: despite the irregularity of the process, we can find a common pattern and it can be repeated at different scales: degree, grade, subject, topic, activity...
- Fractal objects need new dimensions to be defined: for example, we find fractal curves (whose topological dimension is 1) that fill the entire plane. New dimension formulations arise (for example, fractal dimension or Hausdorff-Besicovitch dimension) that informs in a better way how the fractal occupies the space. Somehow this concept can be extended to the learning process: instead of a linear teaching of dimension 1 (one concept after another, which will hardly cover all the teaching space) a fractal teaching with a dimension higher than 1 is proposed (this allows to go down to lower levels and fill the entire space through training activities).
- Fractals allow not just the representation of geometric objects, but have also been used to model the evolutionary dynamics of complex systems. This dynamic consists of cycles (in which starting from a established simple reality a new complex reality is created) which in turn are part of more complex cycles belonging to the development of another major cycle dynamics. The teaching process can be seen as a complex system under an evolutionary dynamics.

4.2. An example

To complete the proposed model, we present a concrete proposal of a fractal design of the subject that we have mentioned above. Since the full design of the course is too long, here we present just some levels and activities that we consider significant and provide an overview of the complete model.

First we present the top level design of the

subject as a whole. The defined activity is the whole course and its objectives are broad and cover all the subject (Figure 7). Each activity of the lower level is a large thematic block of the subject, and in turn they will be divided into other activities (not described here due to space restrictions). Importantly, each activity of the second level includes an

Programming

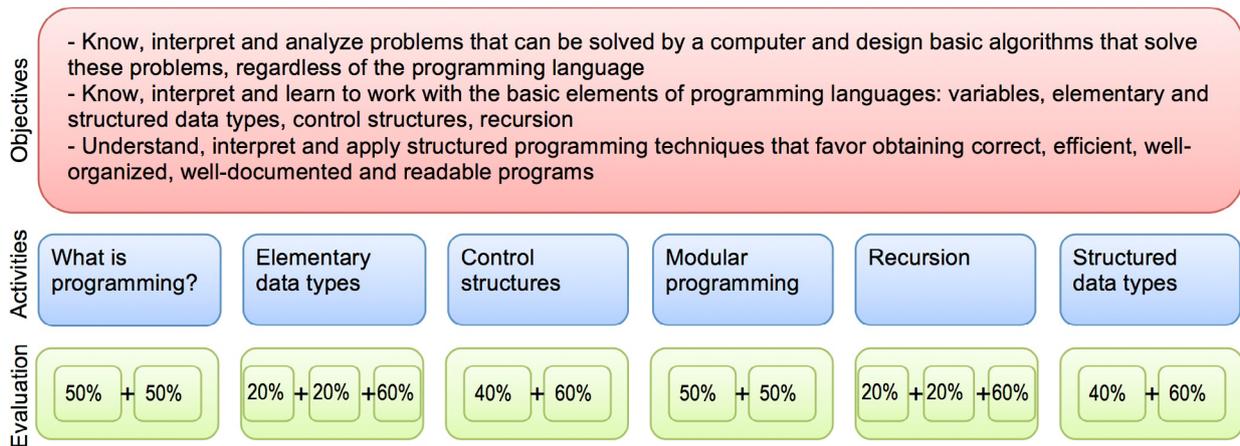


Fig.7. Training activity of first level. It corresponds to the entire course.

assessment described here as percentages, but the teacher can define it at his discretion. In Figure 8 we present an activity of penultimate level that is broken down into two atomic activities, that is, they belong to the last level. These activities allow us to realize how the assessment is made. As it can be seen, the actions of evaluation are at this level very specific and simple. Many

of them can easily be automated (they are indicated with *) while in other cases the active participation of the teacher will be required. As already noted, the key aspect of this model is evaluation. For example, referring again to the activities of Figure 8, if we want students to understand the idea of iterative solution and the concept of loop, it is important for them to understand that the

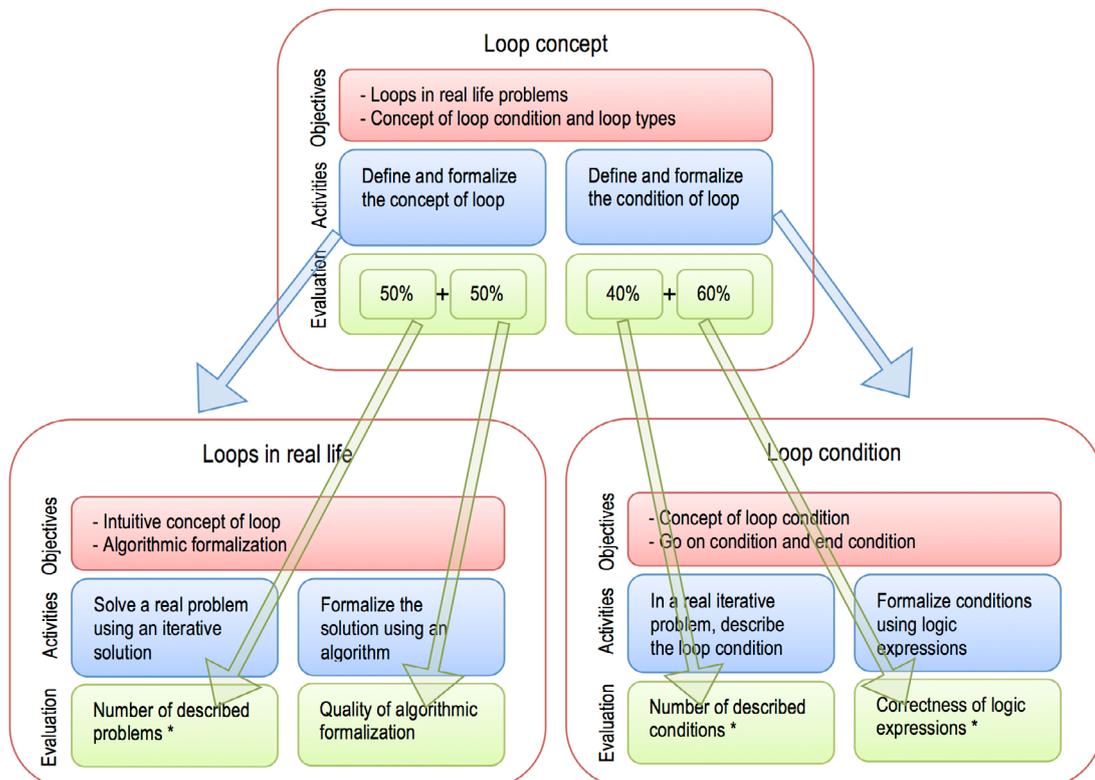


Fig.8. Training activities belonging to the penultimate and last level

iterative solutions to a problem are present in real life. Therefore a possible activity is to describe a real problem whose solution is iterative. Since every activity must include some kind of evaluation, it is necessary to find a way to assess this activity. We simply propose to quantify the number of described problems. Of course this measure is not itself very indicative of the level of the student understanding, but it estimates the effort made by the student, and we must consider that it is just an atomic value in a very large set of indicators, all of which together shall be much more valuable. Furthermore, the activity “Formalizing the solution as an

algorithm” allows the assessment of higher cognitive level skills.

This is just a simple example, but it illustrates what has been described in the previous paragraph: if you go down to the adequate level, practically every action of the students can be evaluated, allowing a very powerful feedback of the process. For the model to be implementable, most evaluation actions should be automatic. This way, we will free teacher from repetitive tasks and get the student to have an immediate feedback, motivating him and stressing the value of that activity in the final result of learning.

5. Conclusions

In this paper we have presented a teaching model based on fractal design. This model is the result of analysing the different perspectives of students and teachers before the circumstances that occur in the classroom and trying to solve some of the shortfalls in order to increase learning success.

The proposed model incorporates some ideas of instructional theory. Each training activity is integrated by lower level activities and so on. Therefore it is a model focused on the task. Learning is student-centered, who performs multiple activities that make up the different levels of the fractal model. Students learn by doing rather than listening to the teacher’s explanations.

The model focuses on the evaluation of all activities undertaken by the students with

two objectives: firstly to provide feedback to students to enhance their motivation and report on their progress and secondly to facilitate the teacher’s evidence that will make the evaluation more objective. If further automation elements are introduced, the work of teachers is facilitated and immediacy of feedback is provided. Therefore, the support of technological tools is essential in a proposal like this.

As for the dedication of the student we are convinced that a greater motivation will suppose an increase in working time. Besides, technological tools will allow us to better monitor the working time and bring the student-centred learning to larger groups.

Atomic activities function as building blocks so their reuse elsewhere in the subject

and their incorporation into any other is facilitated.

It happens that teachers have many interesting ideas, but they must adapt to the reality in their daily work, that is, crowded

groups and few resources. Meanwhile, they will be able to apply only some of these ideas and leave the less automatable activities to groups where their size and characteristics make it possible.

6. References

- Biggs J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University*. Buckingham: Open University Press.
- Compañ, P., Molina, R., Satorre, R., & Llorens, F. (2014). Is teaching a fractal? *2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE)*. pp. 7-12.
- Jenkins, T. (2001). The motivation of students of programming. In *Proceedings of the 6th annual conference on Innovation and technology in computer science education*. <http://dx.doi.org/10.1145/377435.377472>
- Marqués M., Badía J.M., Martínez E. (2013). Una experiencia de autoevaluación y evaluación por compañeros. *Actas XIX JENUI*. Castellón.
- Merrill, M. D. (2007). First principles of instruction: A synthesis. En R. A. Reiser & J. V. Dempsey (Eds.), *Trends and issues in instructional design and technology* (2nd ed., pp. 62-71). Prentice-Hall.
- Merrill, M. D. (2009). First principles of instruction. En C. M. Reigeluth y A. A. Carr-Chellman (Eds.), *Instructional-design theories and models: Building a common knowledge base* (Vol. III, pp. 41-56). Routledge.
- Oliver, J., & Canivell V. (2009). Evaluación entre compañeros: estudio de su correlación con la evaluación del profesor. *Actas XV JENUI*. Barcelona.
- Pastor, H., Satorre, R., Molina, R., Gallego, F.J., & Llorens, F. (2015). Can Moodle be used for structural gamification? *9th International Technology, Education and Development Conference (INTED)*.
- Reigeluth C. (2012). Instructional Theory and Technology for the New Paradigm of Education. *RED, Revista de Educación a Distancia*. Número 32.
- Rinaudo M. C., Chiecher A., & Donolo D. (2003). Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. *Anales de psicología*, 19(1), 107-119.

- Sánchez, P., & Blanco C. (2013). Una metodología para fomentar el aprendizaje mediante sistemas de evaluación entre pares. *Actas XIX JENUI*. Castellón.
- Topping, K. (2005). Trends in Peer Learning. *Educational Psychology*, 25(6), 631-645.
h t t p : / / d x . d o i .
org/10.1080/01443410500345172

Tapia, J. A. (1995). *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar*. Madrid: Santillana.

Rubric-based tools to support the monitoring and assessment of Bachelor's Final Projects

Herramientas basadas en rúbricas para el control y la evaluación de los Proyectos Final de Grado

Verónica Moreno Oliver, Davinia Hernández-Leo

Universidad Pompeu Fabra, Barcelona, Cataluña, España.
{veronica.moreno, davinia.hernandez}@upf.edu

Abstract

The role of Bachelor's Final Projects (BFP) in Engineering Education is critical since it offers the opportunity for students to integrate and employ specific and transversal competences they have developed along the degree. However, given the special characteristics of this curriculum component (personalized according to the student's interests, the number of teachers involved, the changing assessment boards, etc.), the systematization of its formative and summative assessment has been extensively recognized as problematic but highly necessary. To face this problem, there are several recent initiatives reported in the literature that propose a set of rubrics as tools for project advisors and board members to structure the assessment. In this paper, we report the experience in the Engineering School at Universitat Pompeu Fabra (Barcelona) employing a rubric-based approach as part of an assessment guide (with a web-based support tool) for BFP. The guide has been evaluated using quantitative and qualitative data gathering techniques used before, during and after the rubrics use, and the results provide insights about its utility, pertinence, user-friendliness, preciseness and actual adoption. Findings led to the provision an additional feature in the web-based tool for the integrated assessment of transversal and specific competences and a view of a summarized version of the rubrics that can be used using mobile devices.

Keywords:

Formative assessment; summative assessment; Bachelor's Final Projects; engineering education; tool; assessment rubrics.

Resumen

El papel del Trabajo Fin de Grado (TFG) en Ingeniería es crítico dado que ofrece la oportunidad al estudiantado de integrar y aplicar las competencias, tanto específicas como transversales, desarrolladas a lo largo del grado. Sin embargo, dadas sus características académicas (personalizado de acuerdo con los intereses del estudiante, el número de profesorado implicado, la evaluación mediante un tribunal, etc.), la sistematización de la evaluación formativa y sumativa del BFP es un elemento considerado tan necesario como complejo. Para abordar la complejidad de ambos procesos hay múltiples iniciativas recientemente reportadas a la literatura que proponen el uso de rúbricas como herramienta para asesorar y monitorizar tanto el proceso como el producto. En este artículo analizamos la experiencia de la Escuela Superior Politécnica de la Universitat Pompeu Fabra (Barcelona) basada en la aplicación de rúbricas como parte de una guía de evaluación (con apoyo de una herramienta web) para los TFG. Esta guía fue evaluada cuantitativa y cualitativamente tanto antes, como durante y después del uso de las rúbricas y los resultados obtenidos nos permitieron conocer su valoración en términos de utilidad, pertinencia, usabilidad y precisión. Los resultados nos llevaron a realizar cambios para aportar nuevas prestaciones a la herramienta web dirigidos a la integración de la evaluación de competencias transversales y específicas, así como el diseño de una versión de la rúbrica resumida para su uso a través de dispositivos móviles.

Palabras Clave:

Evaluación formativa; evaluación sumativa; Trabajo Fin de Grado; formación en ingeniería; herramienta; evaluación mediante rúbricas.

1. Introduction

As one of the critical aspects defined in the European Higher Education Area (EHEA) and its particularization to the Spanish system, the Engineering School of Universitat Pompeu Fabra (ESUP-UPF) has worked on the design of the formative and summative assessment used in Bachelor's Final Project (BFP). BFP is a mandatory subject for all Bachelor's degrees (all disciplines) offered by the Spanish universities. As the rest of subjects, the BFP should be competence based (Navío, 2005; Sánchez y Gairín, 2008; SENA, 2003), but it has also specific characteristics that make it significantly different from the rest of subjects, for example: the topic of the project is different for each student and this topic is agreed between the student and a professor acting as the advisor of the student, it is based on a complete project which should be defended in a public defense, it could be related to business, etc. The BFP is planned and developed by the student autonomously but with a progressive formative assessment of the teacher. It is worth noticing that the BFP at the ESUP-UPF involves a significant number of ECTS (European Credits Transfer System), namely 20 credits that represent 500 hours of student work. In their BFP students are expected to apply both specific and transversal (or generic) competences that they have developed along the degree, this includes special attention to innovation and creative skills. The high dedication to

the BFP enables the elaboration of projects considerably ambitious and, in most cases, connected to the professional careers the students want to follow after finishing their Bachelor's Degree.

All these properties make the BFP a good opportunity to contribute to the achievement of the new missions, roles and expectations of Higher Education as pointed out by the European Commission. European universities have formulated their approaches to the BFP (University of Twente, 2014), designing a complete syllabus for that special subject (University College Denmark, 2014) or a specific regulation shaping the BFP elaboration process (Technische Universiteit Eindhoven, 2014). Specific studies also analyze the learning effects of education actions designed to support the development of BFPs (Miihkinen & Virtanen, 2014). The Teaching Quality and Innovation Support Unit of ESUP-UPF has worked for the last 3 years in a Teacher's Guide to Monitoring and Assessment of BFP. The efforts have included the design of the Guide based on related international initiatives, its evaluation in experiments, and the iterative revision of the Guide. In parallel a Web application implementation of the Guide has been developed to facilitate its use and foster its adoption by ESUP-UPF professors. This paper summarizes the whole process and focuses on the last iteration,

which emphasizes the adaptations done to the assessment tools (assessment instrument and Web tool implementing the instrument) based on findings derived from context in which the tools are used.

The remainder of the document is organized as follows. Section II describes the research

objectives proposed; the third Section is focused on the methodology, Section IV explains the results obtained in the evaluation of the Guide, and finally, Section V summarizes the main conclusions of this work and the future action that we will do to improve the tools we had developed.

2. Research focus and methodological approach

Considering the contextualization of the research so far presented, each of the basic and defining elements of the research are listed below, including the objectives, the

methodology, the phases and other relevant questions about the process followed during the study carried out.

2.1 Objectives

The approach on which this research was based was on the need to generate a common framework to all professors from ESUP whom could participate in a BFP as an advisor or/and as an assessment board member. This framework must be helpful in different terms such as providing teachers some orientations and standards to carry out the monitoring

and assessment processes considering BFP's characteristics.

Then, the aim of this research was to design a Teacher's Guide to Monitoring and Assessment for BFP characterized by ease-of-use, its rigor and relevance (in terms of criteria) and by its consistency and appropriateness in terms of the specific ESUP BFP context.

2.2 Methodology

The research methodology could be defined as qualitative with the application of some quantitative elements to identify trends. The methodological approach followed was Design-Based Research (DBR) in a specific case study (Arnal, Del Rincón & Latorre, 1996). This approach highlights the role of context

in which the research is framed and the need of iterative exploration. Wang & Hannfin (2005) describe design-based research as a systematic but flexible methodology aimed to improve educational practices through iterative analysis, design, development, and implementation, based on collaboration



among researchers and practitioners in real-world settings, and leading to contextually-sensitive design principles and theories. The five basic characteristics of DBR are: (a) pragmatic; (b) grounded; (c) interactive, iterative, and flexible; (d) integrative; and (e) contextual. Rinaudo & Donolo (2010) highlight that DBR requires a mixed methodology considering the complexity of variables. The Design-Based Research Collective (2003) agrees that DBR helps

to understand the relations between the educational theories, the tool designed and the daily practice in a real context.

We designed the research considering the ESUP and the BFP characteristics as the context. The focus of study is a Teacher's Guide to Monitoring and Assessment for BFP developed to support teachers as advisors and evaluators of the final projects. We describe next the design-based research phases followed.

3. Iterative phases in the design of the BFP'S guide

The previously existing situation around final degree projects (called PFCs, standing for "*Proyecto Final de Carrera*" before EHEA/ECTS) at the ESUP provided an entry point to the designing of the phases and actions to follow. From that situation on was where the ESUP's Unit of Support to Teaching Quality and Innovation (USQUID-ESUP) started working on several projects leading to a creation and iterations of the Teacher's guide to monitoring and assessment for Bachelors Final Projects. A first phase, entailing the creation of the guide, started in the 2010-2011 academic year (see Table 1).

After the study in depth of the context and analysis of needs observed in Phase I, we confirmed that rubrics could be the best option to manage both monitoring and assessment processes. Facets to be considered in the rubrics were collected and several drafts sketched. During the process of revising and optimizing the rubrics we took the advantage of coordinating a national project entitled "Practices towards the excellence in the implementation of Bachelors Final Projects". The project facilitated multidisciplinary scenario involving several universities and experts to debate, reflect and share

Description	Based on the reflection around the perceived need related to a common framework to handle the BFP monitoring and assessment processes. Contrast potential guidelines for the common framework with current and former academic managers were interviewed (e.g. Head of School, coordinator of final projects).
-------------	--

Phase objectives	<ul style="list-style-type: none"> • Promote and strengthen linkages and communication between teachers involved in BFP. • Improve the general organization of BFP based on the learned lessons in PFC. Weaknesses detected in previous experiences are studied in depth; anticipate issues and formulate improvement mechanisms. • Develop a list of guidelines considering a well balance between useful and clear orientations for teachers and students, and the provision of flexibility with the idiosyncrasy of the BFP's particularities. • Getting a pedagogical tool for teachers. The feasibility and consistency of these guidelines with the other academic elements of the curriculum were an important aim of that first approach. • Making an easy and friendly tool also for students. It was important to let students know in a clear way the expectations of the BFP from different perspectives (e.g. assessment criteria, different levels of domain for each competence that will be assessed, etc.).
Results and other observations	As a result of this reflection the first guidelines and orientations focused on both BFP monitoring and assessment processes were defined.

Table 1. Phase I, 2010-2011 academic year

Description	During this second phase the USQUID-ESUP was working on the first guidelines and orientations optimization done during the first phase. Previous learned lessons about BFP in other contexts and ESUP teachers' opinion were considered in this phase.
Phase objectives	<p>Optimization of the guidelines made in the previous phase considering learned lessons of other universities about BFP and ESUP teachers' opinions. To achieve this objective two basic actions were done:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Collection of evidences and feedback from professors who use the guide, basing their opinion and feedback on the implementation of the rubrics and orientations included in the Teacher's Guide to Monitoring and assessment the BFP. Basically the topics discussed about were related with: continuous assessment, use of rubrics as an assessment tool, need to consider not only specific competences but also transversal/general ones.

<p>Results and other observations</p>	<p>The results were used to refine the guidelines. The outcome was reflected on the Guide making reference to the following points:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The importance of the continuous assessment based on competences-> considered on the monitoring rubric tool included on the guide. • The need to reflect on the pertinence of designing and developing training for teachers focused on using rubrics during assessment processes-> Some orientation of how to use the guide were included. • Promotion of student’s autonomy-> the guide proposed three mandatory meetings with the tutor to keep the student’s autonomy and continuous work at the same time. • The indisputable need to include transversal/general competences in the general framework of BFP->the rubrics designed included both transversal and specific competences to be assess.
---------------------------------------	--

Table 2. Phase II, 2010-2011 academic

experiences and background about BFP in different context. Following, in Table 2 we present the second phase.

After this second phase, a first pilot was carried out during the same academic year (2010-2011). As could be seeing in the following table (Table III), this first pilot affected only in our School.

After this first test and the analysis of the lesson learned, other experimentation was carried out. In this case, over 25 experts in engineering education and pedagogy were working on it. Details of this fourth phase follow (Table 4).

Figure 1 shows an annotated screenshot of the website supporting an interactive use of the guide.

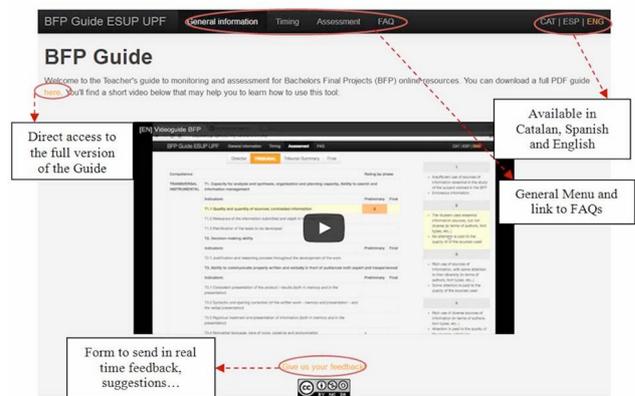


Fig. 1. Screenshot of the Web application implementing the Guide, available at <http://www.usquidesup.upf.edu/BFP/index.en.php>

As shown in the screenshot, the online version contains both the complete version

<p>Description</p>	<p>First iteration: This phase was based on the guide testing, specifically on the experimentation of the assessment rubrics.</p> <p>The opinion of professors related to the orientations given within the guide was also considered in the test, most of them related to the need of planning at least three meetings with the students, the importance to consider, not only the product of the BFP, but also the process.</p>
--------------------	---

Phase objectives	<p>The aim of that first testing was the recollection of evidences and feedback to improve the Guide, basically about these points:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Self-awareness of the need to have an instrument to make both monitoring and assessment processes of BFP (by teachers) easier and more systematic. • Consideration about the importance and usefulness for professors to have a common framework to carry out the BFP assessments, including indicators and criteria to make the process more objective (by teachers). • Predisposition for using rubrics as a tool for both monitoring and assessment of BFP (by teachers). • Perception about usefulness and importance to consider in that kind of tool, both continuing assessment and transversal competences. • How relevance and univocal are the indicators and assessment criteria provided in the Guide. Pointing out specially the different levels of domain defined to achieve professors' consensus.
Results and Other information	<p>The opinion of the stakeholders about the Guide was collected using a questionnaire. A total of 15 professors (representing a 48.4 % of the professors supervising BFP) and 19 students (67.8 % of the students completing a BFP) participated in the study.</p>

Table 3. Phase III, 2010-2011 academic year

of the Guide and the rubrics to monitoring and assessing the BFP. After designing this website we have tested it and collected data from professors and students.

It is important to keep in mind that the formulation and pertinence of the indicators and the rubrics were evaluated based on the quantitative and qualitative opinion of the professors using the Guide.

As shown in the screenshot, the online version contains both the complete version

of the Guide and the rubrics to monitoring and assessing the BFP. After designing this

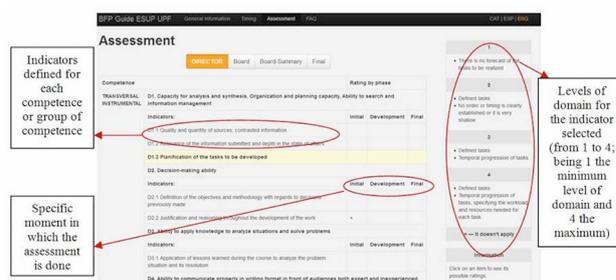


Fig. 2. Screenshot of the Web application implementing the Guide, available at <http://www.usquidesup.upf.edu/BFP/valoracio.en.php>

website we have tested it and collected data from professors and students.

Description	<p>In an advanced and more practical stage of the national project previously mentioned (Practices towards the excellence in the implementation of Bachelors Final Projects) the USQUID-ESUP carried out another experimentation</p>
-------------	--

Phase objectives	<p>The aim of this project was to define excellent practices related to the monitoring and assessment of BFP.</p> <p>Project points directly related to the Guide designed by USQUID-ESUP were:</p> <p>The experimentation in 8 boards and the monitoring of 11 PFC. Note that the assessment process was carried out following the traditional system considering that the Guide was not completely tested and, in some cases, the PFC were in an advanced stage when the experimentation started.</p> <p>Analysis of the possibilities to transfer the orientations/actions collected on the Guide to other contexts as excellent practices.</p> <p>Creation of an online version of the Guide to promote and make its access and use easier.</p> <p>Dissemination of the Guide through several channels (such a USQUID-ESUP website, School website) and analysis of the access statistics and material use.</p> <p>Planning actions related to the impact assessment focused on both teachers (tutor and board member roles) and students.</p>
Results and Other information	<p>The aim actions done were the web application to promote the use of the rubrics and to make the work more visible (see Figure 1 and Figure 2).</p> <p>The results will be presented in detail on the <i>results section</i>.</p>

Table 4. Phase IV, 2011-2012 academic year

It is important to keep in mind that the formulation and pertinence of the indicators and the rubrics were evaluated based on the quantitative and qualitative opinion of the professors using the Guide.

After the phases described a new improvement process took place, described in Table 5.

The Guide was revised according to the improvement considerations described and established as the official guidelines to be used at the School (from experiment to implementation –2012-2013 academic year –). Training sessions were run for the professors involved in advising BFP. The

Description	<p>Improvement on Teacher's guide to monitoring and assessment of BFP based on the reflection, collected data, professors' proposals and other actions focused on testing the Guide improvements (Moreno, Hernández-Leo, Camps & Melero, 2012; Hernández-Leo, Moreno, Camps, Clarisó, Martínez-Monés, Marco-Galindo & Melero, 2013).</p>
Phase objectives	<p>The aim of this phase was focused on the revision of the Web application (Hernández-Leo & Moreno, 2013).</p>

Results and other information	<p>Following a summary of actions/ improvements made:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A more dynamic and interactive use of the Guide during the BFP defense and the discussions of the board. • The grades are automatically calculated considering the weighting coefficient of each rubric for the indicators associated to the diverse competences. • Professors can generate and download a PDF version of the rubrics when the assessment is done. In this way, every BFP advisor can register the students' progress; share it with the students, etc. • Students could look up the assessment criteria and simulate their potential grade considering a self-assessment of their progress.
-------------------------------	---

Table 5. Phase V, 2012-2013 academic year

use of the Guide was not strictly mandatory for the professors (especially for those with experience supervising and assessing PFC), but training sessions were run for those interested in its use. At the end of the defense period of the 2012-2013 academic year another study based on a questionnaire was made (see Table 6).

Before BFPs presentations the BFPs coordinator sent a reminder to all ESUP

teachers talking about the Guide and its new shorter rubric to be used as an assessment tool. Is not possible to present quantitative results related with its use but we have some data about the guide website accesses during this period. Next section contains this data and a summary of results found in the two different interactions and the improvements done in the Guide as well.

Description	Study based on a questionnaire.
Phase objectives	The aim was focused on understanding the degree of use and opinions about guide's utility, pertinence, in which BFP phase is perceived more useful by tutors and how difficult is perceived by the board the management of using the rubrics during the BFP presentation.
Results and other information	Results will be presented in details in <i>results section</i> . They are related with how teachers use the guide and their reasons to use it or not, for which kind of process they consider this guide more useful (monitoring and/or assessment) and which kind of improvements could be done.

Table 6. Phase VI, 2012-2013 academic year

4. Results

In this section we summarize the results obtained in first iteration (teachers using the rubrics). As presented before, the first iteration was on the Academic year 2010-2011 (Table 3. Phase III). This evaluation was based, specifically, on the experimentation of the assessment rubrics. The aim of that first testing was the recollection of evidences and feedback to improve the Guide. The opinion of the stakeholders about the Guide was collected using a questionnaire. A total of 15 teachers (representing a 48.4 % of the professors supervising BFP) and 19 students (67.8 % of the students completing a BFP) participated in the study. The main results from the analysis of the data are:

- 92.3 % of professors completing the questionnaire consider that the Guide could be a useful tool to improve the assessment process of BFP taking into account that it considers the evaluator functions (e.g. assessment criteria and competences to be evaluated).
- 100 % of students completing the questionnaire consider the formative assessment as an important way to take into account the work done during the whole process.
- 68.4 % of students perceived the positive impact of knowing in advance the assessment criteria on their work (especially during the process) to, for example, balance the efforts and improve their work.
- 53.9 % of professors agree/totally agree about how the Guide developed could be helpful to standardize the BFP quality and assessment criteria in both monitoring and assessment processes and 100 % of them acknowledge the worth of the Guide to decrease the evaluator's subjectivity.
- 94.7 % of students consider advisor's feedback as a quality key element during the BFP development.
- 100 % of teachers consider the importance of both monitoring and assessment processes to increase the quality of BFP and 84.7 % also consider the importance of establishing a continuous contact with students to assure a good work routine.

Results of this first iteration show trends in the way they are considerations and reflections about how useful they perceived a rubric system to carry out both monitoring and assessment processes.

5. Final Iteration

The second iteration, carried out on 2011- 2012 academic year (Table 4. Phase IV) was,

as we presented in the section above, focused on specific improvement aspects after using the rubrics by the web tool designed. A summary of the results follows:

- We collected the opinion from the 48.3 % of teachers who acted as advisors and 77.8 % of board members.
- All advisors asserted that they had consulted the Guide, but not all of them used it as an assessment tool, concretely 35.7 % of them affirmed that they used it during the whole process, 35.7 % affirm that they used in different parts (but not in all) and finally, 28.6 % affirm that they did not use it at all (they just looked it up while the assessment process).
- The same question but answered by board members indicated that 58.3 % confirmed its usage.

In the analysis of the explanations about why some of them used or not used the Guide, we found the following arguments: on the one hand, professors emphasized the timing proposed because it includes a specific monitoring process; the assessment criteria and the possibility to show their students how (why) and when they will be evaluated. On the other hand, teachers considered that the rubric is too long to be used during the BFP defense.

We also asked professors and board members about the clarity, rigorousness, and usefulness of the Guide. 38 % of them considered the Guide especially useful for the formative assessment process, a 24 % consider it especially useful for both the formative and

summative assessment and, finally, a 24 % consider the Guide especially useful for the final assessment.

As a final comment, the participants highlighted that the establishment of assessment criteria was easier with the Guide (67 %). Nevertheless, participants, as in the first test, perceived the need to have the chance to include explicitly the specific assessment competences and also, they suggested to “simplify” (shorten) the rubric for the defense evaluation.

As we said before, each BFP is different, so, including all specific competences in the Guide seems to be a difficult task and not so appropriate because it is not feasible to cover all the possible specific competences. To address this problem, we were working on the online Guide version to enable professors the formulation, by themselves, of the specific competence. As with the transversal ones, the application is now able to calculate the final BFP qualification considering the weight assigned to these competences.

The USQUID-ESUP has also worked to meet the need of having a shorter version of board’s rubric. To make this shorter version we considered the number of indicators and criteria taken into account in the first version to prevent an unfair treatment between boards who will use the longer rubric version and the ones who prefer the shorter version. It also considers a weighting coefficient for the indicators to minimize an unfair effect depending on the rubrics used. The following aspects have been considered to match given



E K S

the long and short rubrics (Figure 3):

- The longer version has 10 indicators to assess the transversal competences; the shorter, 3. This matching is made considering that all indicators and criteria are presented in both short and long versions.
- The shorter version includes the preliminary assessment carried out by the board two or three weeks before the presentation. We let professors know the importance of taking into account this previous assessment to prevent an unfair treatment between both longer and shorter version (preliminary and final).
- The levels of each indicator domain are defined in general; emphasizing in how sufficient is each one to indicate the possible levels (from 1 to 4). Like in the other cases, there is the option to indicate that the indicator does not apply.
- It is also considered the option to write

the specific competences for each BFP (up to a maximum of 4), and use the general description to indicate the domain level as well.

- A general formula to calculate the grade of each BFP was also included, the final grade appears in a qualitative mode as an orientation (this grade could be fit by the board/tutor) according to other variables observed during the BFP development or/and presentation.

To make the match between both rubrics to assess the BFP by the board explicit, the criteria from the long version included in each indicator of the shorter version are indicated at the end (in brackets). The levels of domain are, as can be seeing in the screenshot (Figure 3), general, that is to facilitate their use for all cases but the third indicator is different (TR.2.1 The Presentation: resources/support material, verbal and non-verbal communication), in

Fig. 3. Screenshot of the board summary of the rubric included on the Web application implementing the Guide, available at <http://www.usquidesup.upf.edu/BFP/valoracio.en.php>

that case the evaluation is done using the scale 1 to 4 being 1 insufficient quality, 2 sufficient quality, 3 excellent quality and 4 beyond expected.

About the specific competences edition and assessment, should be consider a different scale of domain levels, based, broadly

speaking, to be applied in all cases. At the end of this page, the grade calculation could be done distinguishing between transversal competences and specific ones. Once the assessment process is over (either in the case of the director's sheet and the two people of the board), two actions can be done: calculating the grades of the assessed competences, and download the resulting table in pdf with the grades corresponding to the achievement levels for each competence. The grade appears following another scale, which includes: pass (SUF), pass+ (SUF+), notable (NOT), notable+ (NOT+), and excellent (EXC) (Figure 4).

When the whole process is over (both formative and final assessment made by Director and board after the presentation), it is time to fill the *Final* table, in which grades should be added and calculated previously and obtain a FINAL qualification for the BFP (Figure 5).

To make the web tool use easier, we also have worked on a video guide, which includes some

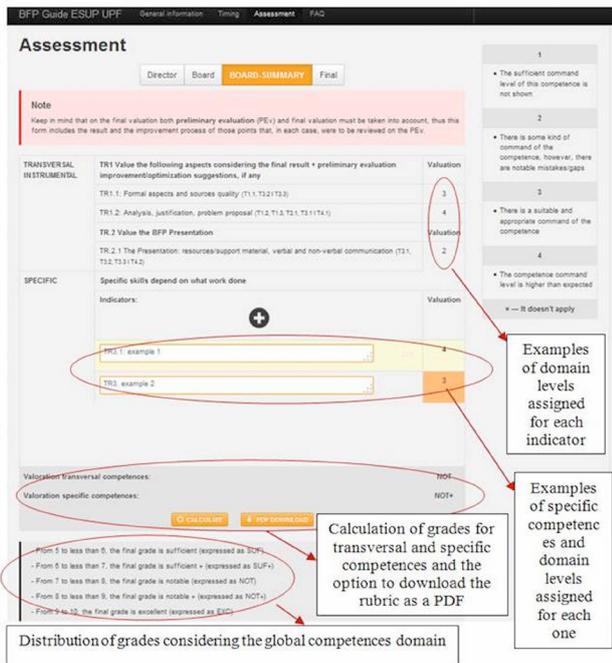


Fig. 4. Screenshot of the board summary of the rubric showing an example of BFP assessment (including grades for each competence both transversal and specific) with the final grade and orientations, available at <http://www.usquidesup.upf.edu/BFP/valoracio.en.php>

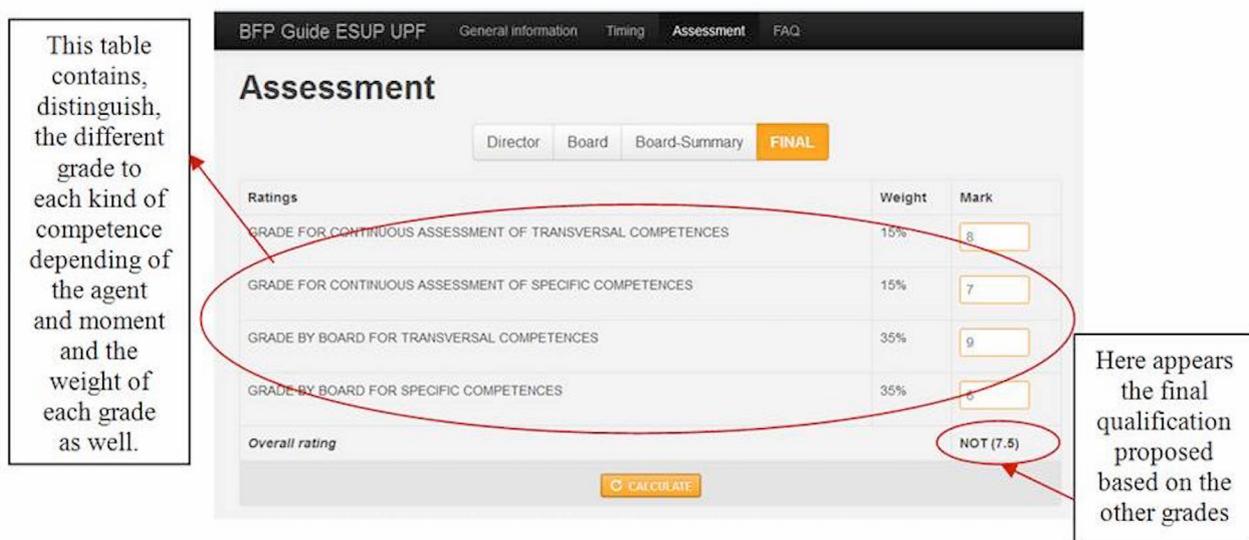


Fig. 5. Screenshot of the final table in which grades should be added and calculated previously and obtain a FINAL qualification for the BFP the board summary rubric <http://www.usquidesup.upf.edu/BFP/valoracio.en.php>

tips to manage the sources within the web (planning orientations, FAQs, rubrics, etc).

This video guide is available in English, Spanish and Catalan. Focusing on the evaluation of the improvements carried out after the second iteration, it is necessary to keep in mind that the official period of presentations is in July, then, this process will take place after July. However, we are checking the website access to know if users are consulting the web tool made for both BFP monitoring and assessment processes and which support sources are read the most. The formal period, considering the study plans, to start working on BFP begins after Christmas (second quarter), so we have been analyzing the access data to the web tool. Following a summary of the most significant information found considering the period from January 12th to July 8th (2015):

-There have been 1347 sessions. Almost 596 from Spain.

-These 1357 sessions include over 2268 pages visited, concretely:

- Home page/General Information (which

includes the video guide, the general view and a banner with all the resources you can find): 1457 visits (64,24 %).

- Assessment resources (including rubrics for monitoring and assessment processes, the final table to calculate the grade, etc.): 374 visits (16,49 %).
- Timing information (which includes a description of the different suggested phases that may provide the BFP an essential structure and other basic features of the subject, such as ECTS number, ECTS distribution throughout the course, etc.): 306 visits (13,42 %).
- FAQs: 104 visits (4,56 %).

It needs to be considered that more than 1775 sessions (more than 40 % in Spain) run into the typical period of most intensive work of BFP. During this period, teachers are monitoring student's progress in their BFP.

Considering the results of both iterations and reflections done during the whole process we present some conclusions and future derived actions.

6. Conclusions and Future work

In this section conclusions and future work are presented. This work was focused on the design of a guide to support teachers in the BFP monitoring and assessment processes. Iterations along several academic years allowed us to make improvement actions towards defining a framework adapted to

their needs from both academic/pedagogical and logistic perspectives. Our experience shows that the specific design of assessment instruments to be used in a real context by the teaching community is not a trivial task as this kind of resources should consider several variables.

Besides, considering the competences to be assessed and the state of the art, it is important to understand the perception of the users about these instruments in its context of use. This paper explains the process followed and details two iterations in the design of rubrics for the formative and final assessment of Bachelor's Final Projects at Engineering School (UPF). The first iteration was focused on using rubrics as an instrument for monitoring and assessing the process and product of BFP made by students, and the second, final, iteration focused on the experience using them, collecting data about

their perception in means of pertinence, and satisfaction as well.

The main change in the second iteration was on the design of a complementary shorter rubric that can be easily used by board members. During this period we also made a video-based manual to facilitate the use of the guide. We consider necessary to make the evaluation of this new shorter rubric in the short term. This evaluation will provide insights about how teachers perceive this new rubric, including the mechanisms proposed to evaluate the specific competences.

7. Acknowledgement

The authors acknowledge the collaboration and ideas of Engineering School professors, the members of the ESUP board and the

contributions of the USQUID undergraduate technical assistants.

8. References

- Design-Based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X032001005>
- Hernández-Leo, D., Moreno Oliver, V., Camps, I., Clarisó, R., Martínez-Monés, A., Marco-Galindo, MJ., & Melero, J. (2013). Implementación de Buenas prácticas en los Trabajos Fin de Grado, *Revista de Docencia Universitaria. REDU*, 11, 269-278.
- Hernández-Leo, D., & Moreno Oliver, V. (2013) Herramienta Web para el Seguimiento y Evaluación de los Trabajos Fin de Grado. *III Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática, Granada, Spain, 2013*. <http://repositori.upf.edu/handle/10230/21028>.
- Latorre, A., del Rincón Igea, D., & Arnal, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Ediciones Experiencia.



- Miihkinen, A., & Virtanen, T. (2014). The Determinants of and Tools for Accounting Students' Learning in the Bachelor Thesis Seminar Course. Available at SSRN 2388648: <http://ssrn.com/abstract=2388648>, Accessed 24 nd April 2014.
- Moreno, V., Hernández-Leo, D., Camps, I., & Melero, J. (2012) Uso de rúbricas para el seguimiento y evaluación de los trabajos de fin de grado. *II Congreso Internacional sobre evaluación por competencias mediante eRúbricas, Málaga, Spain, 2012* <http://repositori.upf.edu/handle/10230/19801>.
- Navio, A. (2005). Propuestas conceptuales en torno a la Competencia Profesional. *Revista de Educación, 337*, 213-234.
- Rinaudo, M. C., & Donolo, D. (2010). Estudios de diseño. Una perspectiva prometedora en la investigación educativa. RED, *Revista de Educación a Distancia, 22*.
- Sánchez, P., & Gairín, J (2008). *Planificar la formación en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: ICE de la Universidad Complutense de Madrid.
- SENA (2003). *Metodología para la elaboración de normas de competencia laboral*. Dirección de Empleo, Bogotá.
- Technische Universiteit Eindhoven, University of Technology. TU/e Examinations Committee's Examination Regulations, 2013-2014. [http://onderwijs.ieis.tue.nl/sites/onderwijs.ieis.tue.nl/files/2009/bachelor-tiw/regeling/512-examination %20regulations %20is %20- %202013.en.pdf](http://onderwijs.ieis.tue.nl/sites/onderwijs.ieis.tue.nl/files/2009/bachelor-tiw/regeling/512-examination%20regulations%20is%20-%202013.en.pdf)
- University College Denmark. *Architectural Technology and Construction Management. Syllabus: Elective Dissertation and Bachelor Project*. <http://www.viauc.com/horsens/programmes/fulldegree/constructing/Documents/syllabus/7-sem-final-project.pdf>
- University of Twente, *Bachelor Program General Information*. http://www.utwente.nl/el/programme/bachelor/bachelorprogramme_en/
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *Educational technology research and development, 53*(4), 5-23. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02504682>

Reutilización de datos abiertos en el aprendizaje de diseño de bases de datos a través de proyectos

Reusing open data for learning database design through project development

Jose-Norberto Mazón, Elena Lloret, Eva Gómez, Antonia Aguilar, Iván Mingot, Ernesto Pérez, Luisa Quereda

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Alicante, España.
{jnmazon,eloret,eva,aguilar,mingot,ernesto,quereda}@dlsi.ua.es

Resumen

En este artículo se describe una metodología innovadora basada en el uso de datos abiertos para el aprendizaje, a través de proyectos, de una asignatura de diseño de bases de datos en un grado universitario. Esta metodología se aplica en un caso de estudio: la experiencia docente en el grupo de Alto Rendimiento Académico (ARA) de la asignatura "Diseño de Base de Datos" del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante en los cursos 2012/2013, 2013/2014 y 2014/2015. La filosofía de datos abiertos permite que estén a disposición del alumnado una ingente cantidad de datos, listos para su reutilización y explotación. En nuestra experiencia docente, el alumnado propone un escenario original donde diferentes datos abiertos puedan reutilizarse para una finalidad y utilidad concreta. Luego, se propone diseñar una base de datos que permita la gestión de estos datos en el escenario propuesto. El uso de datos abiertos en la asignatura ha posibilitado inculcar en el alumnado una actitud creativa y emprendedora, a la vez que se fomenta el aprendizaje autónomo y permanente (*lifelong learning*). Las encuestas realizadas al alumnado al final de cada curso académico han demostrado que el uso de datos abiertos integrados en metodologías de aprendizaje basado en proyectos hace que los estudiantes tengan más motivación a la hora de afrontar la asignatura, y que éstos valoren de forma muy positiva el uso de datos reales en asignaturas de este tipo.

Palabras Clave:

Datos abiertos; aprendizaje autónomo; creatividad; emprendimiento; diseño de bases de datos.

Abstract

This paper describes a novel methodology based on reusing open data for applying project-based learning in a Database Design subject of a university degree. This methodology is applied to the ARA (Alto Rendimiento Académico or High Academic Performance) group taught in the degree in Computer Engineering at the University of Alicante (Spain) during 2012/2013, 2013/2014, and 2014/2015. Openness philosophy implies that huge amount of data is available to students in tabular format, ready for reusing. In our teaching experience, students propose an original scenario where different open data can be reused to a specific goal. Then, it is proposed to design a database in order to manage this data in the envisioned scenario. Open data in the subject helps in instilling a creative and entrepreneur attitude in students, as well as encourages autonomous and lifelong learning. Surveys made to students at the end of each year shown that reusing open data within project-based learning methodologies makes more motivated students since they are using real data.

Keywords:

Open data; autonomous learning; creativity; entrepreneurship; database design.

1. Introducción

Con el fin de que los estudiantes adquieran las competencias descritas en el MECES (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior)¹, en la asignatura “Diseño de Bases de Datos” impartida en el grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante, tradicionalmente se ha planteado el desarrollo de problemas sobre diseño de bases de datos, por ejemplo para potenciar la adquisición de versatilidad en la solución de nuevos problemas o promover la correcta toma de decisiones para su resolución. No obstante, es necesario desarrollar nuevas metodologías que permitan hacer más hincapié en aspectos como el aprendizaje autónomo, las habilidades comunicativas, la creatividad y el espíritu emprendedor, así como la capacidad de reflexionar sobre un comportamiento ético. Precisamente, el objetivo de este artículo es describir una nueva metodología en este sentido, desarrollada en el seno de la red de investigación en docencia universitaria del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante, titulada “aprenDA: uso de datos abiertos para el aprendizaje de diseño de bases de datos a través de proyectos” (Mazón *et al.* 2013). Esta metodología está basada en el desarrollo de proyectos con datos abiertos para motivar a los estudiantes en la materia de diseño de bases de datos a través de datos y escenarios prácticos reales a que puedan adquirir los resultados de aprendizaje estipulados en el

MECES.

Nuestra metodología docente gira en torno al desarrollo de un proyecto de diseño de una base de datos que servirá para resolver un problema planteado alrededor de un conjunto de datos abiertos. Los estudiantes forman grupos, estudian los datos abiertos disponibles y proponen un escenario original en el cual los datos abiertos sirven para simular una problemática concreta. Posteriormente se diseña una base de datos que permita gestionar los datos abiertos elegidos y usarlos para la finalidad y utilidad concreta establecida en el proyecto. De esta manera se introduce una visión nueva en la docencia de la asignatura Diseño de Base de datos: en la docencia tradicional el alumnado adquiere la capacidad para resolver problemas con iniciativa y una adecuada toma de decisiones, aunque los ejercicios sean, en la mayoría de ocasiones,



Figura 1: Visión tradicional de la asignatura Diseño de Bases de Datos (parte izquierda de la figura) vs visión de la asignatura usando datos abiertos.

ficticios; mientras, con la metodología basada en datos abiertos el alumnado realiza un proyecto que permite su motivación, así como el aprendizaje autónomo, habilidades comunicativas, creatividad y espíritu emprendedor. En la figura 1 se muestra un

esquema que conceptualiza las diferencias entre ambas metodologías. Se presentan también en este artículo los resultados de una encuesta realizada al alumnado al final del curso que ha permitido evaluar la experiencia docente.

2. Marco español de cualificaciones para la educación superior

La armonización de los sistemas universitarios europeos es uno de los objetivos del proceso de Bolonia. Una tarea fundamental a realizar en esta armonización es la definición de mecanismos que permitan a los países europeos comparar las cualificaciones adquiridas en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) facilitando la movilidad y el reconocimiento internacional de los títulos y de la formación. Con esta finalidad, en España, se establece el MECES a través del Real Decreto 1027/2011, de 15 de julio.

En el MECES se describen los niveles de cualificaciones y sus resultados de aprendizaje para las enseñanzas superiores en España. Una cualificación según el MECES es “cualquier título, diploma o certificado emitido por una institución educativa que acredita haber adquirido un conjunto de resultados del aprendizaje, después de haber superado satisfactoriamente un programa de formación en una institución legalmente reconocida en el ámbito de la educación superior”; mientras que se define resultado del aprendizaje como

“aquello que se espera que un estudiante conozca, comprenda o sea capaz de hacer”. Por tanto es preciso que el profesorado sea consciente de las cualificaciones del MECES y que se desarrollen metodologías y se pongan en práctica con el fin de alcanzar los resultados de aprendizaje esperados.

Para una titulación de grado, el MECES describe aquellas cualificaciones que tienen como finalidad la obtención por parte del estudiante de una formación general, en una o varias disciplinas, orientada a la preparación para el ejercicio de actividades de carácter profesional. Estas cualificaciones se definen según los siguientes resultados del aprendizaje:

1. Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado una comprensión de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en su campo de estudio con una profundidad que llegue hasta la vanguardia del conocimiento.
2. Poder, mediante argumentos o procedimientos elaborados y sustentados por ellos mismos, aplicar sus conocimientos,

la comprensión de estos y sus capacidades de resolución de problemas en ámbitos laborales complejos o profesionales y especializados que requieren el uso de ideas creativas e innovadoras.

3. Tener la capacidad de recopilar e interpretar datos e informaciones sobre las que fundamentar sus conclusiones incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, la reflexión sobre asuntos de índole social, científica o ética en el ámbito de su campo de estudio.
4. Ser capaces de desenvolverse en situaciones complejas o que requieran el desarrollo de nuevas soluciones tanto en el ámbito académico como laboral o profesional dentro de su campo de estudio.
5. Saber comunicar a todo tipo de audiencias (especializadas o no) de manera clara y precisa, conocimientos, metodologías, ideas, problemas y soluciones en el ámbito de su campo de estudio.
6. Ser capaces de identificar sus propias necesidades formativas en su campo de estudio y entorno laboral o profesional y de organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en todo tipo de contextos (estructurados o no).

En la asignatura “Diseño de Bases de Datos” perteneciente al Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante, además de las competencias específicas de la materia, se recogen algunos conceptos destacados de los resultados de aprendizaje del MECES de la siguiente manera:

- Los estudiantes conocerán las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Los estudiantes desarrollarán capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad.
- Los estudiantes tendrán capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniería en Informática.

Con el fin de que los estudiantes adquieran estas competencias en la asignatura “Diseño de Bases de Datos” parece factible ir incorporando paulatinamente nuevas metodologías docentes. En este artículo se presenta una metodología basada en el desarrollo de proyectos con datos abiertos para motivar a los estudiantes del grupo de Alto Rendimiento Académico (ARA) en la adquisición de los resultados de aprendizaje estipulados en el MECES a través de la materia de diseño de bases de datos. Los grupos ARA se pusieron en marcha gracias a una iniciativa de la Conselleria de Educación, Fomento y Empleo en colaboración con las universidades públicas de la Comunidad Valenciana. El objetivo de estos grupos es reforzar el potencial de los alumnos más destacados desde el inicio de sus estudios universitarios. Entre las características de estos grupos, destaca que como mínimo el 50 % de la docencia de créditos básicos de

la titulación se impartirán en inglés. En la Escuela Politécnica de la Universidad de Alicante, los criterios que se valoran para la pertenencia de un alumno a un grupo ARA son el expediente académico y el conocimiento de inglés (mínimo nivel B2). Por lo general,

estos grupos suelen tener un menor número de alumnos que el resto de grupos de la titulación, por lo que se eligió como grupo piloto en desarrollo de la experiencia docente propuesta.

3. Trabajo relacionado

Los datos abiertos son aquellos que son accesibles libremente con el fin de ser reutilizados y redistribuidos por aquellas personas u organizaciones que lo deseen, sin tener ningún tipo de restricciones para ello. En este sentido, cobran vital importancia los portales de datos abiertos como mecanismos para facilitar el acceso a estos datos a través de la Web, y potenciar su distribución y reutilización.

El movimiento de apertura de datos fue impulsado por el creador de la Web, Tim Berners-Lee en su llamamiento a compartir datos libremente mediante el uso de la Web para el beneficio de toda la sociedad², así como en algunos resultados interesantes obtenidos un tiempo después de dicho llamamiento³.

La apertura de datos posibilita que estos puedan estar totalmente accesibles de manera sencilla y libre, por lo que pueden ser clave para fomentar la transparencia y la rendición de cuentas de las instituciones públicas como lo demuestra la reciente aprobación de la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno y las directivas europeas relacionadas con

el fomento de datos abiertos y reutilización de la información pública como la directiva 2013/37/UE . Por otro lado, además de un impacto social derivado del ejercicio de transparencia, la apertura de datos tiene un impacto económico importante. No hay duda de que los datos abiertos son cruciales en nuestra sociedad actual y tienen un gran valor, y así se expresa en el libro blanco sobre datos abiertos publicado por el Gobierno del Reino Unido⁴, y en el que el propio ministro británico Rt. Hon. Francis Maude dice textualmente que “los datos son la nueva materia prima del siglo XXI”. De hecho, la importancia de los datos abiertos queda patente también a nivel europeo, concretamente en palabras de la Vicepresidenta de la Comisión Europea responsable de la Agenda Digital⁵, Neelie Kroes, “los datos son el combustible de la nueva economía, [...], el nuevo petróleo de la era digital”, ya que los datos y la tecnología se pueden asociar para generar valor a través de aplicaciones, contenido Web, etc. Para que este impacto social y económico sea notable, los portales de datos abiertos juegan un papel clave para facilitar el acceso a estos



datos a través de la Web, y potenciar su distribución y reutilización. Dentro de este impacto económico, es interesante resaltar que la reutilización de los datos fomenta iniciativas creativas y de emprendimiento. Un ejemplo de esto lo encontramos en las propias universidades, en la que hasta ahora la gran cantidad de datos generados no estaban a disposición de cualquier persona, y sin embargo la creación de los portales de datos abiertos, como por ejemplo el de la Universidad de Granada (UGR transparente ⁶), el de la Universidad Pablo Olavide de Sevilla , el de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC transparent ⁸), o el portal de datos abiertos de la Universidad de Alicante (datos.ua.es ⁹), están cobrando cada vez una mayor importancia, siendo de referencia para otras universidades. Además de permitir la consulta, el uso y la reutilización de los datos, es importante mencionar que estos portales son un marco idóneo para la fomento de la creatividad de los alumnos y desarrollo de competencias que no siempre se adquieren en la titulación. Considerando el portal de datos abiertos de la Universidad de Alicante, iniciativas y concursos de ideas como la que se propuso en la 1ª edición del concurso de ideas para crear aplicaciones que utilizaran datos de la universidad y que tuvieran un uso para la comunidad universitaria fue todo un éxito ¹⁰. A este concurso se presentaron 60 ideas y quedó patente la originalidad y creatividad de las mismas, proponiendo desde aplicaciones para facilitar el proceso de elección de asignaturas (UAjuda) hasta

aplicaciones para consultar el precio de todas las máquinas expendedoras del campus y poder contribuir al ahorro (UAhorra). En esta primera edición, la idea ganadora fue *NutriSemaforo*, una aplicación para conseguir la máxima información sobre la oferta gastronómica, precios y datos nutricionales de los servicios de restauración del Campus. Además se concedieron cuatro accésits a estas otras ideas: *ComienzaUA*, para proporcionar ayuda en relación al acceso a la Universidad, con información sobre títulos de grados, notas de corte por titulaciones, alertas sobre plazos, etc.; *DreamTeamUA*, una plataforma social de carácter deportivo que busca crear sinergias para la práctica de cualquier disciplina deportiva, tanto dentro como fuera del campus; *UAlergias*, aplicación propuesta para facilitar la circulación por el campus de personas con alergias con las rutas más apropiadas y los niveles de riesgo en función de la alergia que se padezca; y por último, *UALab*, con la creación de una plataforma para gestionar procesos relacionados con la investigación universitaria.

Experiencias y concursos de este tipo, que han demostrado fomentar y favorecer la creatividad y originalidad del alumnado, pueden ser un punto de partida para plantear metodologías docentes basadas en la filosofía de datos abiertos, y viceversa, estudiantes a los que se les ha planteado una asignatura con una metodología docente basada en datos abiertos pueden tener una mayor predisposición a participar en iniciativas como las del concurso de ideas, como se comprobó

en el concurso de ideas anteriormente mencionado, en la que 7 alumnos del grupo ARA ¹¹ participaron en esta iniciativa.

En el ámbito de la educación, la filosofía de datos abiertos se está aplicando tanto para la creación de herramientas, recursos y repositorios educativos abiertos (Atenas 2013, Atenas 2014), como para el diseño de metodologías innovadoras que utilicen y exploten dichos datos. Centrándonos en proyectos relacionados con nuestra metodología cabe destacar el proyecto que se está llevando a cabo en el eDesign Lab ¹², en el cual colaboran educadores, tecnólogos y diseñadores para concebir experiencias interactivas que integren un contexto tecnológico en un aprendizaje más allá del aula, por ejemplo a través de visualización de datos interactiva mediante el desarrollo de *mashups*, aplicaciones móviles con datos geolocalizados, juegos digitales y altamente interactivos, diferentes tipos de sensores, plataformas colaborativas, etc. Una de estas experiencias es la herramienta QueryUs ¹³ donde se facilita que los estudiantes que puedan construir sus propios argumentos en relación a una asignatura, proponiendo y resolviendo preguntas alrededor de conjuntos de datos abiertos. Además, esta herramienta permite a los estudiantes publicar y compartir los conocimientos que van explorando con estudiantes alrededor del mundo. De esta manera se consigue estimular a los estudiantes para que aprendan de manera autónoma, creativa y emprendedora.

Podemos encontrar otras iniciativas docentes

basadas en datos abiertos, como la propuesta en (Traverso Ribón *et al.*, 2013) donde se describe una propuesta para la evaluación del aprendizaje basada en evidencias de datos abiertos recogidas de forjas abiertas. Existen, a su vez, otras experiencias no basadas en datos abiertos pero que también intentan desarrollar un espíritu innovador y creativo en el aula. Por ejemplo, en (Hager *et al.*, 2003) se comenta la importancia del trabajo colaborativo en pequeños grupos y su interacción con el fin de promover el pensamiento crítico según establecía Ennis (1996). Por otra parte, Oliveras *et al.* (2013) recogen en el uso de una fuente de información como son los artículos periodísticos como herramienta para transmitir competencias transversales como el espíritu crítico.

Una tendencia en alza que puede o no estar basada en datos abiertos es la organización de *hackatones*, en las que empresas privadas están interesadas en captar talento y nuevas ideas para innovar en sus procesos de gestión. Uno de los ejemplos más recientes fue el *hackaton* organizado por el Banco Sabadell y la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante (el Instant Banking Hack Day ¹⁴), celebrado los días 21 y 22 de febrero de 2015, donde se buscaban ideas que pudieran revolucionar la banca y proponer aplicaciones para la banca digital del futuro. Este *hackaton* superó con creces todas las expectativas de participación, contando con más de 100 participantes, demostrando una gran capacidad de creatividad e innovación, así como de trabajo en equipo.



Fuera del ámbito universitario de los concursos, iniciativas y trabajos de fin de grado/máster utilizando datos abiertos, la literatura relacionada con el análisis de casos prácticos de metodologías docentes basadas en datos abiertos es muy escasa. No se han encontrado evidencias de trabajos similares en las revistas ni congresos internacionales relevantes en el ámbito educativo, como por ejemplo *IEEE Transactions on Education*, *International Journal of Engineering Education*, o en *el Annual Conference on Information Technology Education*, cuando en otros ámbitos el crecimiento del uso de datos abiertos está siendo exponencial, con iniciativas como la del *Linked Open Data* ¹⁵. Además de las comentadas en (Mazón *et al.* 2013, Atenas 2013 y Atenas 2014), la necesidad de disponer de repositorios abiertos con recursos de aprendizaje y la importancia de la incorporación del uso de los datos abiertos en las metodologías docentes queda patente más reciente en (Atenas *et al.* 2014), por lo que de todo lo revisado, podemos decir que actualmente se están llevando iniciativas de este tipo principalmente en la Universidad de Alicante y en el *University College London*. En base a lo expuesto anteriormente y centrándonos en las metodologías docentes, se hace cada vez más necesario el uso de nuevas formas de aprendizaje marcadas por metodologías docentes innovadoras acordes a la época y los recursos disponibles, y que

contribuyan además a la adquisición de competencias transversales, que serán de gran utilidad para los alumnos, una vez finalizados sus estudios universitarios. Por lo tanto, en nuestra metodología vamos a utilizar datos abiertos al aprendizaje basado en proyectos, para poder introducir las competencias transversales de la asignatura “Diseño de Bases de Datos” alineados con el MECES. Para asignaturas del ámbito de las bases de datos, trabajar con datos abiertos supone una ventaja puesto que los alumnos, además de trabajar con datos existentes y reales, pueden integrar estos datos directamente en el diseño y creación de las bases de datos, fomentando la creatividad y desarrollo de sistemas de información que se enmarquen y den sentido y aplicación a esos datos. Concretamente, el trabajo presentado en este artículo es una extensión de (Mazón *et al.* 2014), y su principal contribución radica en la disponibilidad de más datos de análisis basados en la experiencia de tres cursos académicos, que son los cursos académicos que lleva en marcha el grupo ARA para esta asignatura. De esta manera, podemos obtener más fiabilidad en los resultados del análisis inicial realizado en (Mazón *et al.* 2014), al confirmarse la misma tendencia positiva en el grupo ARA de la asignatura de “Diseño de Base de Datos” desde sus inicios hasta la actualidad.

4. Propuesta

4.1. Objetivo

El objetivo que se persigue en este artículo es describir una nueva metodología desarrollada para la docencia en el grupo ARA de la asignatura “Diseño de Bases de Datos” que permite su alineamiento con los resultados de aprendizaje estipulados en el MECES, de tal manera que, como se indicaba en el apartado anterior, se potencien aspectos como el aprendizaje autónomo, las habilidades comunicativas, la creatividad y el espíritu emprendedor, así como la capacidad de reflexionar sobre un comportamiento ético. Para ello la metodología propuesta gira en torno al concepto de datos abiertos, cuya disponibilidad hace que los estudiantes puedan proponer su uso en proyectos reales de diseño de bases de datos de tal manera que:

1. Hagan uso de su capacidad creativa y su espíritu emprendedor al enfrentarse a un problema real de diseño de una base de datos con datos auténticos y con datos pertenecientes a un dominio concreto. El hecho de considerar un dominio concreto es importante, ya que la informática en general como disciplina y el desarrollo de bases de datos en particular, solo se hace tangible cuando se practica en un dominio de aplicación determinado con el que las personas que ejercen la profesión de Ingeniería Informática se enfrenten a las características y particularidades de dicho dominio. Vocabulario, tecnologías, herramientas, paradigmas y otros factores del dominio afectan a la labor diaria del diseño de una base de datos, por lo que conviene centrarse en un único dominio en la etapa de aprendizaje con el fin de asentar perfectamente los conocimientos.
2. Se fomenta su aprendizaje autónomo y a lo largo de la vida. Es importante aprender nuevos conocimientos a lo largo de la vida, máxime en materias tan cambiantes como las incluidas en la disciplina de la Ingeniería Informática. En el proyecto a desarrollar, los estudiantes se enfrentarán a la toma de decisiones en cuanto a la tecnología de bases de datos a usar, determinando sus limitaciones y posibilidades de uso, comparándola con tecnologías alternativas y proponiendo mejoras. Por ello, los estudiantes desarrollarán habilidades que les permitan buscar y aprender de manera autónoma nuevos conocimientos.
3. Deban emplear a fondo sus habilidades comunicativas, tanto orales como escritas, para el buen funcionamiento del trabajo en equipo, ya que el proyecto se llevará a cabo en grupos. Otro aspecto importante



es que los estudiantes se familiaricen con la importancia de cumplir con las fechas de entrega, la evaluación como grupo y no como individuo y las excelencias del trabajo colaborativo. Por otra parte, el desarrollo en grupo de un proyecto enmarcado en un escenario real les expondrá a requisitos cambiantes y en conflicto, por lo que hará posible que se deban desarrollar habilidades de negociación, ya que los estudiantes tendrán que realizar una conciliación de los objetivos del proyecto encontrando compromisos aceptables respecto a las limitaciones de coste, tiempo, conocimiento, riesgo, etc.

4. Desarrollo de un comportamiento ético, ya que al utilizarse datos abiertos se incluye en el proceso de aprendizaje un medio adecuado para que los estudiantes mediten acerca de las licencias de uso y

propiedad intelectual, pudiendo alcanzar cierta madurez y juicio para tomar decisiones profesionales con implicaciones éticas y legales.

Para conseguir el objetivo señalado, nuestra metodología docente gira en torno al desarrollo de un proyecto de diseño de una base de datos que servirá para resolver un problema planteado alrededor de un conjunto de datos abiertos. Los estudiantes forman grupos, estudian los datos abiertos disponibles y proponen un escenario original en el cual los datos abiertos sirven de carga de la base de datos para simular una problemática concreta. Luego, se diseña una base de datos que permita gestionar los datos abiertos elegidos y usarlos para la finalidad y utilidad concreta establecida en el proyecto.

4.2. Método y proceso de investigación

La asignatura Diseño de Bases de Datos, sobre la que se realizó este estudio, es una asignatura obligatoria de 2º curso del Grado en Ingeniería Informática. Esta asignatura tiene un número de alumnos matriculados por curso escolar que oscila entre 220 y 240. Los alumnos se encuentran divididos en varios grupos con un número muy elevado de alumnos salvo el grupo ARA cuyo número de alumnos está en torno a 20.

Antes de detallar la metodología que se utilizó en el grupo ARA para llevar a cabo esta experiencia docente, vamos a describir la metodología que se siguió en el resto

de grupos de la misma asignatura. Nos centraremos en explicar la metodología que se utilizó únicamente en las aulas donde se imparten las clases de “teoría” puesto que las prácticas que se realizan en las salas de ordenadores son comunes a todos los grupos. En cuanto a metodología docente, en el año 2006, la Comisión para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad (MEC 2006) recogía que la “clase magistral” era la metodología más empleada y, en algunos casos, la única en las clases teóricas. La clase magistral, sin embargo, se acompañaba cada vez más de distintos métodos. Respecto a la

clase magistral se apreciaban, entre otras, las siguientes fortalezas: permite una estructura organizada del conocimiento y permite la docencia en grupos numerosos. En cuanto a sus principales debilidades se destacaba que fomenta la pasividad y la falta de participación del estudiante, dificulta la reflexión sobre el aprendizaje y limita la participación del estudiante.

Teniendo en cuenta estas conclusiones así como que, salvo en el grupo ARA, el resto de grupos tiene un número elevado de alumnos, en torno a los 100, se perfilaron las posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje en el aula, ya que un número tan elevado de alumnos por grupo limita mucho las posibilidades en el aula. La experiencia nos dice que los grupos con un número elevado de alumnos tienden a provocar una sensación de anonimato en los alumnos y fomentan una actitud más pasiva en los mismos. Convencidos como en (Cano 2008) de que para que se produzca el aprendizaje existe un requisito esencial: “El que aprende debe estar activo y esto significa esfuerzo, saber qué se hace y para qué se hace”, debíamos evitar, en la medida de lo posible, la clase magistral que fomentaría más la pasividad que la actividad que nos gustaría encontrar en nuestros alumnos durante las clases. Por ello, un número reducido de nuestras clases se dedican a la exposición de conceptos básicos, mientras que la mayoría de las clases se dedican a la resolución de ejercicios prácticos.

En las clases dedicadas a la exposición de conceptos, se dedica un pequeño porcentaje

de la clase a lo que sería la lección magistral, mientras que la mayor parte de la clase se dedica a realizar actividades que contribuyan a que el alumno capte realmente el significado de lo que se ha explicado, es decir, a reforzar su comprensión y evitar que se quede con conceptos equivocados.

En las clases dedicadas a ejercicios prácticos se fomenta la participación, la imaginación y el debate entre los alumnos hasta que lleguen a una o varias soluciones posibles al problema planteado, analizando las ventajas y desventajas de sus propuestas, e intentando de este modo que consoliden su aprendizaje. Sin embargo, los profesores de la asignatura desearían poder establecer una evaluación por proyectos que no es viable debido al elevado número de alumnos en los grupos y que sí se ha podido llevar a cabo en el grupo ARA. Dado que el volumen de trabajo por proyecto lo consideramos adecuado para grupos de trabajo formados por 3 o 4 alumnos, los grupos de teoría, que cuentan con unos 100 alumnos en clase, tendrían que dividirse en unos 25 grupos de trabajo, y no es posible que un profesor pueda hacer un seguimiento semanal adecuado a 25 grupos. Además, tal y como se indicará posteriormente, la última fase de cada proyecto es la exposición pública, y para exponer 25 proyectos en las horas lectivas de la asignatura (habría muchos inconvenientes en plantearnos hacerlo fuera de este horario por solapamientos con horarios de otras asignaturas) deberíamos emplear gran parte de las semanas del cuatrimestre.

Nos centramos ahora en metodología



propuesta en el grupo ARA para la realización de esta experiencia docente. La metodología llevada a cabo plantea la realización de una serie de tareas que se detallan en esta sección:

1. Se debe hacer una introducción a los estudiantes acerca de la filosofía de datos abiertos. ¿Qué significa “datos abiertos”? ¿Qué tipo de licencias de reutilización existen? ¿Cuál es la utilidad de los datos abiertos? Ejemplos de uso y de proyectos relacionados con datos abiertos. ¿Qué se puede llegar a hacer mediante la apertura de datos? Etc. Después de esta introducción, los estudiantes resuelven un cuestionario sobre datos abiertos para afianzar conocimientos.
2. Se anima a los estudiantes a formar grupos de 3 o 4 personas y se les plantea que realicen una búsqueda de datos en varios portales de datos abiertos como <http://data.gov> o <http://data.gov.uk> para que se familiaricen con el acceso a datos abiertos. Se les plantea a los estudiantes que propongan un escenario con problemas que se puedan solucionar mediante el uso de aquellos datos abiertos que buscaron previamente (ejemplos que se mencionan posteriormente en esta misma sección). Durante esta etapa, que los estudiantes deben desarrollar de manera no presencial, se desarrollan, de manera presencial, los conceptos propios de la asignatura a través de clases magistrales y ejercicios (en teoría), y a través de un caso práctico “de juguete” (en prácticas). Además, se pide a los grupos que escriban



Figura 2: Resultados sobre la motivación del alumnado con la metodología empleada en la asignatura.

- un informe detallando el escenario y se dedicará tiempo en clase para realizar la exposición del mismo en público con el fin de debatirlo con el resto de estudiantes.
3. Con ayuda del profesor se consensuan unos requisitos a partir de cada escenario propuesto por los grupos. De esta manera se fijan unos requisitos factibles para el diseño de una base de datos que permita resolver los problemas planteados en el escenario. Además, esto permite a los estudiantes poder participar en un

Aprendizaje más allá de la asignatura

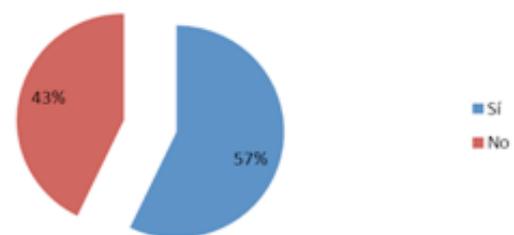


Figura 3: Resultados iniciales acerca del aprendizaje permanente (lifelong learning) y autónomo.

- proyecto a largo plazo con unos requisitos específicos y plazos de entrega definidos. Se pide a los grupos la redacción de un informe con los requisitos que se contemplarán en el proyecto.
4. Mediante la puesta en práctica del

contenido visto presencialmente en clase de prácticas y de teoría, se plantea a los estudiantes el diseño de la base de datos. Una vez diseñada, la base de datos se implementa en un sistema gestor de bases de datos concreto que los estudiantes proponen y que debe ser diferente al que se explica en las clases de prácticas. Este sistema gestor de bases de datos debe ser de libre (*open source*) para que no tengan problema en su descarga y uso. Los grupos realizarán una presentación acerca del diseño de la base de datos, además de realizar un informe.

- Una vez implementada la base de datos, se procede a integrar los datos abiertos seleccionados en las primeras etapas. Esto se efectúa mediante una herramienta de

Valor más importante percibido por parte de los estudiantes

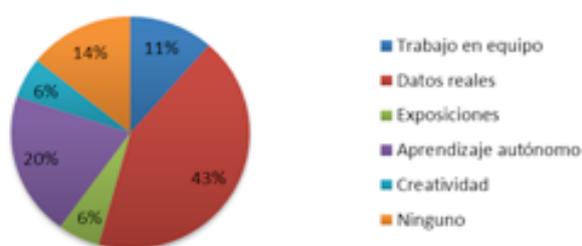


Figura 4: Percepción de la metodología por parte de los estudiantes a través de varios valores.

integración de datos de código abierto llamada Pentaho Data Integration ¹⁶. Previamente, se dedica una sesión de prácticas a explicar los conceptos más relevantes de integración de datos y de la propia herramienta.

- Se pide a los estudiantes que describan cómo han usado los datos dentro del

Porcentaje de estudiantes según horas semanales de dedicación al estudio no presencial

■ Menos de 3 horas ■ Entre 3 y 7 horas ■ Más de 7 horas

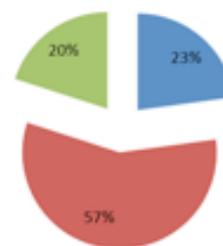


Figura 5: Resultados acerca del aprendizaje autónomo.

escenario especificado. Además, se pide a los grupos que realicen un informe final que contenga todo el trabajo realizado en el proyecto, así como una exposición pública del mismo.

- En la fase de exposición pública se solicita a los estudiantes que participen con preguntas y sugerencias sobre los proyectos desarrollados por otros compañeros.

Cabe destacar el hecho de que la experiencia docente junto con cada una de las tareas que se propusieron se desarrollaron en inglés, puesto que la experimentación se llevó a cabo en el grupo ARA, y por tanto, cada una de las fases del proyecto tenía la dificultad añadida de preparar toda la documentación y exposición en este idioma.

Como muestra de la creatividad de los proyectos desarrollados, cabe destacar algunos ejemplos:

- Base de datos para una aplicación de búsqueda de servicios en la ciudad de Nueva York, incluyendo información de museos, teatros o cafeterías.
- Base de datos con información acerca del



Figura 6: Valoración global de los estudiantes en determinados aspectos de la asignatura.

nivel de bienestar alcanzado en diversas regiones de EE. UU. y Reino Unido, incluyendo indicadores de hospitales, bibliotecas o centros educativos.

- Base de datos con información de crímenes y delincuencia en diversas regiones de Reino Unido.
- Base de datos sobre la natalidad registrada en diversas regiones de Reino Unido, incluyendo información acerca de fertilidad y enfermedades.
- Base de datos sobre el funcionamiento del sistema educativo en diversos estados de EE. UU., incluyendo niveles de fracaso escolar, perfiles de los estudiantes, así como su entorno social y familiar.
- Base de datos para la planificación de rutas turísticas, incluyendo medios de transporte públicos y su combinación adecuada para satisfacer las necesidades del visitante o turista.
- Base de datos para la ayuda a inmigrantes y refugiados.

Con el fin de conocer qué percepción habían tenido los estudiantes de la metodología usada en esta experiencia docente y poder saber si los resultados de aprendizaje propuestos en el MECES se habían alcanzado, se realizó una encuesta un tiempo después de finalizar

el periodo docente. Se realizaron encuestas durante tres cursos consecutivos (2012/2013, 2013/2014 y 2014/2015) en grupos ARA de la asignatura Diseño de Base de Datos

Preferencia sobre trabajo en grupo

■ Individual ■ Parejas ■ Grupo elegido ■ Grupo no elegido

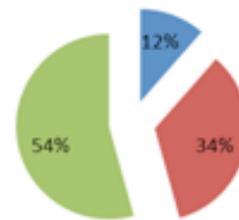


Figura 7: Preferencia del alumnado sobre la manera de trabajar: individual, por parejas o en grupo.

del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante, con una media de 20 alumnos por curso en los que la docencia se impartía exclusivamente en inglés.

Lo primero que se preguntó al alumnado es el nivel de motivación alcanzado con la asignatura y la metodología basada en datos abiertos. Se puede observar los resultados en la figura 2, donde casi más de un 80% del alumnado se siente motivado.

Una de las preguntas de esta encuesta planteaba si se había continuado por cuenta propia indagando sobre la temática de bases de datos y datos abiertos. Un porcentaje alto indicó afirmativamente tal y como se muestra en la figura 3, lo que indica que la metodología fomenta el aprendizaje a lo largo de la vida y el aprendizaje autónomo.

Otra de las preguntas se planteó para intentar conocer si se le encontraba valor añadido a la metodología propuesta frente al uso de otras metodologías y, de ser así, qué valor destacarían como más significativo

de la nueva metodología. Cabe destacar que una mayoría de estudiantes encontraron que la nueva metodología aportaba valor añadido frente al método tradicional, tal y como se muestra en la figura 4. Como también se observa en esta figura, el valor mejor percibido es el uso de datos reales en un proyecto, y a continuación la posibilidad de fomentar el trabajo autónomo. Hay que tener en cuenta que la metodología docente objeto de este estudio se desarrolla con estudiantes de segundo curso, que todavía no están acostumbrados a trabajar en equipo, ni a realizar exposiciones orales de su trabajo y, como se observa en la figura, los estudiantes saben valorar estos aspectos que les ofrece esta metodología basada en proyectos.

Por otro lado, se realizó una pregunta para poder estimar el trabajo no presencial de los estudiantes tal y como se muestra en la figura 5. La mayoría dedica entre 3 y 7 horas de estudio fuera del aula, aunque hay una cantidad notable que ha dedicado unas 10 horas.

En relación a otros aspectos concretos de la asignatura (competencias como diseño conceptual, lógico y físico, así como la interconexión entre teoría y prácticas y las

competencias transversales) se ha pretendido conocer la percepción de los estudiantes. Para ello, se realizaron varias preguntas (una por cada aspecto o competencia que se pretende alcanzar con esta metodología docente) y cada estudiante debía responder su nivel de satisfacción según una escala de valores (1 equivale a poca satisfacción y 5 es mucha satisfacción). Los resultados se observan en la figura 6. En esta figura, cada burbuja representa el número de estudiantes que dieron una puntuación concreta a cada uno de los aspectos acerca de los que se pregunta. Se comprueba en la figura 6 que la mayoría de estudiantes ha alcanzado cotas altas de satisfacción. Destaca la percepción que tienen de la capacidad de esta metodología para hacer cumplir las competencias transversales. Por último, en cuanto a las preferencias de los estudiantes en relación al trabajo en grupo siguiendo esta metodología, solo un 12% prefiere trabajar de manera individual. No obstante, es curioso observar cómo a ninguno de los estudiantes encuestados le resulta atractivo trabajar en grupo si previamente no se conoce a sus integrantes. Estos resultados se pueden observar en la figura 7.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

En este artículo se describe una experiencia docente basada en el uso de datos abiertos para el aprendizaje, a través de proyectos, de la asignatura “Diseño de Base de Datos”

del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Alicante en los cursos 2012/2013, 2013/2014 y 2014/2015. Específicamente esta experiencia se ha

desarrollado en el grupo ARA (Alto Rendimiento Académico).

La filosofía de datos abiertos permite que estén a disposición del alumnado una ingente cantidad de datos, listos para su reutilización. Nuestra metodología docente gira en torno al desarrollo de un proyecto de diseño de una base de datos que servirá para resolver un problema planteado alrededor de un conjunto de datos abiertos. Los estudiantes forman grupos, estudian los datos abiertos disponibles y proponen un escenario original en el cual los datos abiertos sirven para simular una problemática concreta. Posteriormente se diseña una base de datos que permita gestionar los datos abiertos elegidos y usarlos para la finalidad y utilidad concreta establecida en el proyecto. De esta manera se introduce una visión nueva en la docencia de la asignatura Diseño de Base de datos: en la docencia tradicional el alumnado adquiere la capacidad para resolver problemas con iniciativa y una adecuada toma de decisiones, aunque los ejercicios sean, en la mayoría de ocasiones ficticios; mientras, con la metodología basada en datos abiertos el alumnado realiza un proyecto que permite su motivación, así como el aprendizaje autónomo, habilidades comunicativas, creatividad y espíritu emprendedor.

Se realizó una encuesta docente al alumnado al final de tres cursos consecutivos (2012/2013, 2013/2014 y 2014/2015) con el fin de evaluar la experiencia docente. El estudio de los resultados de estas encuestas nos permiten afirmar que con el uso de

nuestra metodología, los alumnos tienen la percepción de que consiguen una serie de resultados de aprendizaje del MECES: capacidad de explorar hasta la vanguardia del conocimiento con espíritu emprendedor, fomentar el pensamiento crítico, creativo e innovador, la tolerancia y la transparencia, capacidad de reflexionar sobre asuntos de índole social, científica y ética, habilidad para desenvolverse en situaciones complejas, habilidades comunicativas y autonomía en el aprendizaje a lo largo de la vida. Además, la percepción del profesorado, tras observar el desarrollo de los proyectos así como la actitud participativa y crítica de los estudiantes durante la exposición de los mismos, es que estos proyectos han estimulado su capacidad creativa y emprendedora, les han incitado al aprendizaje autónomo y les ha hecho emplear a fondo sus habilidades comunicativas tanto en el entorno del grupo de trabajo como en su exposición final.

Como trabajo futuro, nos planteamos realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos en cada curso académico, para poder analizar posibles correlaciones entre los distintos cursos académicos. Este estudio nos permitiría también establecer interesantes relaciones entre grupos de edad, experiencia previa, etc. Por otro lado, existen varias mejoras de la metodología que se están actualmente desarrollando, como por ejemplo el planteamiento de evaluar a los estudiantes por medio de una rúbrica.

6. Agradecimientos

Queremos mostrar nuestra gratitud al programa de Redes de Investigación en Docencia del Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Alicante que nos ha permitido articular nuestras ideas en un proyecto concreto. Además, nos gustaría agradecer al alumnado de los grupos ARA de

la asignatura “Diseño de Base de Datos” del Grado en Ingeniería Informática durante los cursos 2012/2013, 2013/2014, 2014/2015 su implicación con la asignatura, así como sus sugerencias y críticas constructivas que nos han ayudado a mejorar nuestra metodología.

7. Referencias

- Atenas, J. (2013). Defining OER quality standards in Higher Education. UNESCO World OER Congress. https://www.academia.edu/3578233/Defining_OER_quality_standards_in_Higher_Education
- Atenas, J. (2014). Estudio de la calidad de los repositorios de recursos educativos abiertos en el marco de la educación universitaria. Universitat de Barcelona. Tesis Doctoral.
- Atenas, J., Havemann, L., & Priego, E. (2014). Opening teaching landscapes: The importance of quality assurance in the delivery of open educational resources. *Open Praxis*, 6(1), pp. 29-43. <http://dx.doi.org/10.5944/openpraxis.6.1.81>
- Cano García, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. Profesorado. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 12(3), 1-16.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical Thinking*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Hager, P., Sleet, R., Logan, P., & Hooper, M. (2003). Teaching critical thinking in undergraduate science courses. *Science & Education*, 12(3), 303-313. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1024043708461>
- Mazón, J-N., Lloret, E., Gómez E., Aguilar, A., Mingot, I., Pérez, E., & Quereda, L. (2013). Datos abiertos en el aprendizaje a través de proyectos. *XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria*. Universidad de Alicante.
- Mazón, J. N., Lloret, E., Gómez, E., Aguilar, A., Mingot, I., Pérez, E., & Quereda, L. (2014). Reusing open data for learning database design. In J. L. Sierra-Rodríguez, J. M. Dodero-Beardo, & D. Burgos (Eds.), *Proceedings of 2014 International Symposium*

- on *Computers in Education (SIIE)*, Logrono, La Rioja, Spain, 12-14 Nov. 2014 (pp. 59-64). USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers. <http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2014.7017705>
- MEC (2006). Comisión para la Renovación de las Metodologías Educativas en la Universidad. Consejo de Coordinación Universitaria. Propuesta para la renovación de las metodologías educativas en la Universidad. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2013). The use of newspaper articles as a tool to develop critical thinking in science classes. *International Journal of Science Education*, 35(6), 885-905. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.586736>
- Traverso Ribón, I., Ruiz-Rube, I., Doderó, J.M., & Palomo-Duarte, M. (2013). Open data framework for sustainable assessment in software forges. *3rd International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics, WIMS '13*. <http://dx.doi.org/10.1145/2479787.2479817>

Notes

- ¹ <http://www.boe.es/boe/dias/2011/08/03/pdfs/BOE-A-2011-13317.pdf>
- ² http://www.ted.com/talks/tim_berners_lee_on_the_next_web.html
- ³ http://www.ted.com/talks/tim_berners_lee_the_year_open_data_went_worldwide.html
- ⁴ http://data.gov.uk/sites/default/files/Open_data_White_Paper.pdf
- ⁵ http://europa.eu/rapid/press-release_SPEECH-12-149_en.htm
- ⁶ <http://transparente.ugr.es/>
- ⁷ <https://datos.upo.gob.es/>
- ⁸ <http://www.upc.edu/transparencia/>
- ⁹ <http://datos.ua.es/>
- ¹⁰ <http://datos.ua.es/es/acercade/premios-del-1er-concurso-de-ideas.html>
- ¹¹ Un grupo ARA suele tener entre 15 y 20 alumnos.
- ¹² <http://edesignlabs.org/>
- ¹³ <http://edesignlabs.org/prototypes/queryus/>
- ¹⁴ <http://instantbankinghackday.org/>
- ¹⁵ <http://www.w3.org/wiki/SweoIG/TaskForces/CommunityProjects/LinkingOpenData>
- ¹⁶ <http://kettle.pentaho.com/>

Uso de GitHub en el diseño de e-actividades para la refactorización del software

Using GitHub in the design of e-activities for software refactoring

Carlos López, Jesús M. Alonso, Raúl Marticorena, Jesús M. Maudes

Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Burgos, Burgos, España.
{clopezno, rmartico, jmaudes} @ ubu.es, jesus.alonso.abad@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es diseñar, planificar, aplicar y evaluar actividades docentes que ayuden en el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de refactorización. La metodología didáctica seguida se basa en dos pilares. El primero es un aprendizaje progresivo del concepto de refactorización mediante e-actividades definidas en diferentes niveles de conocimiento de la taxonomía de Bloom (conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar). El segundo es la utilización de recursos en las e-actividades, que estén relacionados con los que el estudiante podrá encontrarse al ejercer su carrera profesional orientada al desarrollo del software: entornos de desarrollo integrados y repositorios de gestión de proyectos. El resultado del trabajo es la definición de un conjunto de e-actividades de refactorización de código Java, donde se utiliza de diferentes formas según el tipo de e-actividad, la funcionalidad del versionado del repositorio de proyectos de código abierto GitHub. Bajo estas premisas se diseñan cinco tipos de e-actividades: lecturas y comprensión, pruebas objetivas, aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y seminarios virtuales. Las e-actividades diseñadas se aplican en el contexto de una asignatura de Ingeniería del Software del Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de Burgos. El trabajo concluye analizando preliminarmente algunas consecuencias de la experiencia, tanto desde la perspectiva de utilizar estas nuevas e-actividades en el proceso de enseñanza aprendizaje, como desde la perspectiva de carga de trabajo que supone al docente y al estudiante.

Palabras Clave:

Refactorización; proceso enseñanza aprendizaje online; e-actividades; evaluación; taxonomía de Bloom; Github repositorio de proyectos software.

Abstract

The aim of this work is to design, plan, apply and assessment educational activities to help in the teaching-learning process of the concept of refactoring. The teaching methodology used is based on two pillars. The first is a progressive learning of the concept of refactoring by e-activities defined at different levels of knowledge of Bloom's taxonomy (knowledge, comprehension, application, analysis, synthesis, evaluation). The second is the use of resources in e-activities that are related to those the student may find during their professional career oriented towards software development: integrated development environments and software project repositories. The result of this work is the definition of a set of Java code refactoring e-activities. The version control functionality of software project repository, i.e.; GitHub, is used in different ways depending on the type of e-activity. Under these assumptions five types of e-activities are designed: Reading and comprehensions, objective tests, problem-based learning, case studies and webinars. The e-activities designed are applied in the context of the course Software Engineering of the Bachelor's Degree in Computer Science at the University of Burgos. The paper concludes analyzing some consequences of the experience from the perspective of using these new e-activities in the teaching-learning process as from the perspective of workload involved for both the teacher and the student.

Keywords:

Refactoring; online teaching-learning process; e-activities; Bloom's taxonomy; GitHub open source software repository.

Recepción: 03-03-2015

Revisión: 04-06-2015

Aceptación: 24-10-2015

Publicación: 01-12-2015

1. Introduction

En el área de conocimiento de la ingeniería del software (Bourque & Fairley 2014) las tareas de refactorización de código se encuentran dentro del sub área de mantenimiento del software. La refactorización es un tipo de tarea de corrección que se define como: una transformación del programa aplicada en fase de mantenimiento que no cambia su comportamiento externo (Fowler *et al.*, 1999). Los motivos para refactorizar son la mejora de algún atributo de calidad. En el contexto de refactorización también se describe y categoriza el concepto de defecto de código (*bad smell*). Es decir, el proceso de refactorización se inicia para eliminar una instancia concreta de un defecto de código y mejorar así algún atributo de calidad.

El resultado de una tarea de refactorización es un cambio en el código. Desde un punto de vista de ingeniería del software, la gestión de cambio está definida en el área de conocimiento de gestión y configuración del software. Parece interesante poder definir actividades de aprendizaje que tengan en cuenta esta relación.

Actualmente las tareas de refactorización son utilizadas en los equipos de desarrollo empresarial, y gozan de una gran popularidad entre los desarrolladores, especialmente en los principales países exportadores de desarrollos software (ver Fig. 1). Además tienen una multitud de documentación, tanto *online* y libre (catálogo de M. Fowler en *refactoring*.

com), como bibliográfica (Brown, 1998), (Fowler *et al.*, 1999), (Lippert & Roock, 2006), (Wake, 2004).

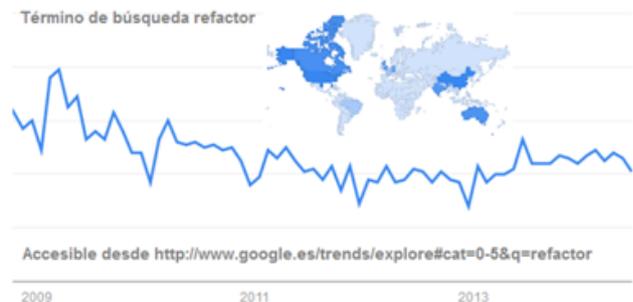


Fig. 1. Tendencias término de búsqueda "refactor", categoría "informática electrónica".

El problema planteado es que ninguna de la bibliografía mencionada tiene un enfoque puramente pedagógico, donde se pueda guiar el proceso de enseñanza y aprendizaje utilizando en menor medida las metodologías centradas en el profesor (caracterizadas como expositivas y pasivas), para ir evolucionando hacia metodologías y actividades centradas en el estudiante (activas, dinámicas y participativas) (Meneses, Fernández & Ballesteros-Regaña, 2011). Según (Cabero & Román, 2005), las actividades para el aprendizaje se refieren a las diferentes acciones que los estudiantes llevan a cabo en completa relación con los contenidos e informaciones que les han sido ofrecidos. Si estas actividades son presentadas, realizadas o transferidas a través de la red, entonces se pueden considerar como e-actividades.

Los repositorios de proyectos, como GitHub, pueden ayudar a desarrollar e-actividades de refactorización y favorecer la interacción de

los estudiantes. La utilización de repositorios de control de versiones en docencia busca la mejora del proceso de enseñanza/aprendizaje. En (Britton & Berglund, 2013) y en (Kelleher, 2014) se usan para mejorar el proceso de asignación, de evaluación y de retroalimentación en la entrega de tareas. Además, en (Kelleher, 2014) se usa como estrategia expositiva para disseminar ejercicios y presentar sus soluciones. En otros trabajos se analizan la estrategia del uso de estos repositorios, bien como habilidad especializada y encerrada en una asignatura, o como habilidad transversal aplicada en múltiples asignaturas. En (Lawrance, Jung & Wiseman, 2013) se propone empezar a utilizar los servicios de repositorios de proyectos en la nube, como Git, desde los primeros cursos del currículo CS (Computer Science), incluso en estudiantes de otras ramas de la ingeniería distintas a CS.

La taxonomía de Bloom ordena de manera jerárquica los diferentes niveles de aprendizaje de un nuevo concepto (ver Fig. 2). Esta taxonomía se puede utilizar para determinar el grado de maestría obtenido en los distintos módulos de un plan de estudios. (Bourque, Buglione, Abran & April, 2003) aplican la taxonomía sobre los temas del cuerpo de conocimiento de ingeniería del software (SWEBOK), su objetivo es establecer tres perfiles de los ingenieros software: nuevo graduado, graduado con cuatro años de experiencia y miembro experimentado de un equipo de procesos de ingeniería.

En concreto, en este trabajo se definirán un conjunto de e-actividades que persiguen cubrir los niveles de la taxonomía de Bloom: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Cada



Fig. 2. Orden de pensamiento de la taxonomía de Bloom.

e-actividad utilizará plantillas pedagógicas para su descripción: tipo de actividad, roles del docente y el alumno, recursos TIC necesarios, resultados o salida esperada y criterios de evaluación. Además se usa GitHub para mejorar la distribución, la evaluación y la retroalimentación de estas e-actividades.

Este trabajo es una continuación del artículo presentado en XVI Simposio Internacional de Informática Educativa SIIE (López, Alonso, Marticorena & Maudes, 2014). Al trabajo original se le añaden algunos comentarios adicionales para ampliar la información de la definición de e-actividades de refactorización con GitHub como recurso TIC.

El resto de artículo se estructura de la siguiente forma. En la Sec. 2, se enumeran los tipos de e-actividades y se planifican en el contexto de la asignatura objetivo. En la Sec. 3, se detalla el diseño pormenorizado de las e-actividades para, en la Sec. 4, describir su aplicación y su relación con GitHub. Finalmente, en la Sec. 5 se presentan las

conclusiones obtenidas del presente trabajo, así como las líneas de trabajo abiertas.

2. Planificación de e-actividades

Antes de abordar su planificación, es necesario tener claro el conjunto de e-actividades a utilizar en la asignatura. A continuación se realiza la propuesta de las mismas, para posteriormente encuadrarlas en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

2.1. Tipo de e-actividades utilizadas

El tipo de e-actividades que se proponen son:

- Lectura. Las lecturas son los textos y la documentación escrita, tanto de obras completas como fragmentos que se han recogido y editado como fuente de profundización en los contenidos trabajados.
- Ejemplos. Se trata de la exposición de ciertos elementos que, por analogía, pueden transferirse a otros contenidos o situaciones. Los ejemplos facilitan la comprensión de las informaciones y de los contenidos de aprendizaje, conocimientos, ideas o procedimientos. El abanico de objetivos que permiten trabajar es muy amplio, pero normalmente por sí solos los ejemplos no aseguran la consecución de ninguno de ellos. En este sentido, se caracterizan porque actúan como complementos de otros recursos.
- Pruebas objetivas. Son instrumentos de medida, elaborados rigurosamente, que permiten evaluar conocimientos, capacidades, destrezas, rendimiento, aptitudes, actitudes, inteligencia, etc.
- Suelen ser un recurso utilizado para la evaluación diagnóstica, formativa y sumativa. Podemos encontrarlas de naturaleza variada como por ejemplo: de respuesta breve, de completar, de discriminación, de ordenación, de localización o identificación.
- Aprendizaje basado en problemas. Es una técnica en la cual el estudiante debe resolver una situación problemática concreta (que puede tener más de una posible solución), a partir de los contenidos que se han trabajado.
- Estudio de caso (*Case-Based Learning*). El estudio de caso se basa en la presentación de una situación problemática, real o ficticia, que el estudiante tiene que resolver. Las competencias sobre las que se trabaja son: identificación y análisis de factores externos e internos, planificación de procesos y toma de decisiones argumentada.
- Seminario virtual. Es una técnica de grupo que promueve el estudio intensivo de un tema. Se caracteriza por la

discusión, la participación, la elaboración de documentos y las conclusiones compartidas por todos los componentes del seminario. Su objetivo es explorar

sobre un tema concreto, reflexionar sobre un tema específico, transmitir informaciones.

2.2. Planificación del proceso de enseñanza y aprendizaje

En el diseño del proceso de enseñanza y aprendizaje mediante e-actividades es interesante diversificar para trabajar diferentes habilidades y niveles de conocimiento. Previamente es recomendable haber cursado una asignatura de diseño del software donde se haya tratado conceptos de patrones arquitectónicos y de diseño que

permitan dirigir el proceso de refactorización. Bajo esta premisa, en la Tabla I se muestra nuestra propuesta de planificación para formar a alumnos del Grado de Ingeniería Informática de la mención de Ingeniería del Software de 8º semestre, en las tareas de mantenimiento del software relacionadas con refactorización de código.

Bloom ^a	Planificación enseñanza/aprendizaje de refactoring		
	Descripción	Tipo	Duración
C, Com	Lectura y comprensión de bibliografía sobre defectos de código	Lectura, Ejemplos, Pruebas objetivas	2 h
Com, Ap	Identificación de defectos de código	Aprendizaje basado en problemas	2 h
Ap, An	Detección de defectos de código en sistemas open-source	Estudio de casos	4 h
C, Com	Lectura y comprensión de bibliografía sobre catálogo de refactorizaciones	Lectura, Ejemplos, Pruebas objetivas	4 h
Com, Ap	Aplicación refactorizaciones aisladas en IDE	Aprendizaje basado en problemas	2 h
Ap, An	Proceso de refactorización mediante una secuencia de refactorizaciones	Estudio de casos	6 h
Com, Ap	Ejercicios de secuencia de refactorizaciones relacionadas	Aprendizaje basado en problemas	4 h
Sin	Visita virtual a una empresa de desarrollo para relacionar las revisiones de código con defectos y refactorizaciones	Seminario Virtual	2 h

^aC=Conocimiento, Com=Comprensión, Ap=Aplicación, An=Análisis y Sin=Síntesis

Tabla1. E-Actividades de refactorización

3. Diseño de e-actividades de refactorización

Cada descripción de e-actividad debería contener la siguiente información (Meneses, Fernández & Ballesteros-Regaña, 2011):

- Recursos asociados bien de elaboración propia, o en abierto, o de la biblioteca, u otros.
- Cómo se puede presentar en el entorno virtual, con qué tecnología o aplicación y con qué formato.
- Rol del docente y del alumno, o grupo de alumnos, si se plantean dinámicas colaborativas.
- Resultado u *output* esperado, cómo se evaluará y con qué criterios.

3.1 Compresión de conceptos: lecturas, ejemplos y pruebas objetivas

Como recursos para este nivel de conocimiento, además de la bibliografía (Fowler *et al.*, 1999) (Wake, 2004), catálogo de refactorizaciones y defectos de código disponibles en online (<http://refactoring.com>, <http://sourcemaking.com/refactoring>), se proporcionan videotutoriales de uso de herramientas propios de los autores que permiten contextualizar el entorno tecnológico para refactorizar: lenguaje de programación, herramientas de detección de defectos y refactorización.

Todas las actividades de comprensión de conceptos llevan asociado un cuestionario formativo con posibilidad de dos intentos. Las preguntas que se incluyen son de tipo

relación de conceptos (*match*) y de selección múltiple (*quiz*), con valoración negativa en las respuestas incorrectas y distintos pesos en función de las respuestas. Las calificaciones positivas son proporcionales al número de respuestas correctas, y las negativas proporcionales al número de respuestas incorrectas. En el texto de las preguntas se incluyen referencias de lectura a los recursos y a ejemplos. Se propone utilizar los cuestionarios de Moodle.

Esta tarea es individual. Sirve de autoevaluación al alumno, y al profesor le permite realizar un seguimiento del aprendizaje del alumno.

3.2 Aprendizaje basado en problemas

Para poder realizar esta actividad es necesario haber superado las pruebas del nivel de comprensión. Los recursos utilizados

son esqueletos de código compilados que recogen de manera sintetizada entre uno y tres defectos de códigos. Los códigos son de

pequeño tamaño, máximo 200 LOC (*Lines Of Code*). El recurso de código se suele presentar al alumno a través de una referencia a un repositorio de ejercicios de código públicos, cuyo autor es algún docente de la materia.

Respecto a la dinámica, el docente es el encargado de seleccionar los problemas de acuerdo con el resto de e-actividades. Especialmente relevante es elegir códigos con defectos y refactorizaciones que se vayan a utilizar en las e-actividades de estudio de casos. La actividad para los alumnos sigue siendo individual.

Las salidas de la actividad son dos. Por un lado, la identificación del tipo de defecto de diseño indicando su localización en el código. Por otro lado, el nuevo código resultado de aplicar la refactorización para eliminar el defecto. La evaluación está en función de la calidad de las respuestas y uso correcto de los conocimientos adquiridos.

Se plantean tres alternativas para presentar

esta actividad en el entorno virtual. La primera es realizar un cuestionario cuyas preguntas sean de texto abierto. La segunda es definir una pregunta de texto incrustado (*cloze*), donde el texto de la pregunta incluye una descripción del problema de refactorización sobre un código y el código resultante después de aplicar la refactorización. Sobre este se seleccionan identificadores y palabras clave en partes de código afectadas por la refactorización. La tercera es un tipo de foros especial conocido como foros de preguntas respuesta. La dinámica en estos foros es la siguiente: el profesor plantea cada problema con un enunciado en un hilo de conversación y los alumnos contestan. En este tipo especial de foros los alumnos no ven las respuestas de sus compañeros si no han contestado. En ambas alternativas la escala de calificación de las respuestas será de tres niveles (Mal, Regular, Correcto).

3.3 Estudio de casos

Para poder realizar esta actividad es necesario haber superado las pruebas del nivel de comprensión y es aconsejable un nivel básico de aplicación.

En esta actividad se pretende aproximar al alumno a un contexto más real de desarrollo software. Se utilizan como recursos software entornos de desarrollo integrados, con funcionalidades que automaticen operaciones de refactorización y de detección de defectos

de código presentados en las e-actividades de conocimiento y comprensión.

Los códigos de programas utilizados pertenecen a proyectos software reales o de carácter formativo. Los proyectos reales son seleccionados de algún repositorio de proyectos de código abierto (e.g.; *SourceForge*, *GitHub*, *GoogleCode*, *Bitbucket*). Los proyectos de formación suelen seleccionarse de fuentes bibliográficas concretas: Video club de

(Fowler *et al.*, 1999), *Refactoring Lab* de (Demeyer *et al.*, 2007) (Nierstrasz, Ducasse & Demeyer, 2009).

Esta actividad se realiza en grupo de dos participantes. El profesor proporciona una dirección web de un repositorio de proyectos de código abierto. También añade un enunciado donde se propone una nueva tarea de desarrollo, bien correctiva o adaptativa. Los alumnos, para realizar sus tareas, generan su propia versión, en el repositorio central, a partir de la proporcionada por el profesor (*fork*). Por cada operación de refactorización se realizan entregas en su rama del repositorio (*commit*), indicando en el texto descriptivo la refactorización realizada. El caso de estudio suele durar como mínimo un par de jornadas de dos horas.

El producto entregable está compuesto de dos componentes. En primer lugar, una dirección web del repositorio de código. Con ella el profesor puede ver la historia de creación

de la nueva versión. Además obtiene el producto final, es decir, la nueva versión del código fuente. El segundo componente es una reflexión sobre la relación de los conceptos de refactorización con el desarrollo del software, y el uso de esta funcionalidad mediante herramientas de desarrollo. La reflexión se puede obtener con foros de tipo pregunta respuesta o con un documento/memoria con un tamaño máximo de dos folios.

La evaluación considera tres aspectos. El primero es el proceso seguido para obtener la solución, observando las entregas junto con sus textos descriptivos (*commits*) en el sistema de control de versiones centralizado. El segundo es la calidad de la solución basada en el conjunto de refactorizaciones, o tipo de defectos aplicados. El tercero es la calidad de las reflexiones a las preguntas de texto abierto basadas en la experiencia adquirida en el caso de estudio concreto.

3.4. Seminario virtual

Como colofón del aprendizaje se propone un seminario con una empresa de desarrollo del software que utilice refactorización y detección de defectos de código en su flujo de trabajo diario.

El profesor contacta con la empresa para fijar la temática del seminario, y negocia la duración dedicada al tema de refactorización, fechas y horas, ponentes que trabajen en tareas de desarrollo de código y los sistemas de video conferencia (*webmeeting* o *webminar*)

a utilizar en la presentación.

En la dinámica de trabajo el profesor actúa de moderador. Toma el control los cinco primeros minutos para dar una introducción de la empresa junto con sus productos software desarrollados. Posteriormente presenta brevemente a los ponentes junto con sus funciones dentro de la empresa. Además, comenta brevemente a los ponentes los conocimientos adquiridos y e-actividades realizadas por los alumnos durante su

formación en refactorización. Los ponentes de la empresa toman el control de la exposición pudiendo ser interrumpidos con preguntas de los estudiantes durante la exposición.

La dinámica para el alumno en esta actividad se basa únicamente en la asistencia, sin considerar la participación en la evaluación.

4. Aplicación en un contexto docente

Una aplicación del diseño de las e-actividades se ha implementado en una asignatura optativa de la mención de Ingeniería del Software de 8º semestre del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de Burgos. Este ha sido el primer año que se imparte. En la asignatura estaban matriculados 12 alumnos y la imparte un solo profesor. Actualmente la asignatura del Grado en Informática solo se imparte de manera presencial, pero dispone institucionalmente de una plataforma de aprendizaje para definir e-actividades basada en Moodle llamada UBUVirtual.

En esta asignatura la carga docente dedicada a enseñar los conceptos de refactorización es aproximadamente el 50 %. Como prerrequisitos de conocimiento previos para cursar la asignatura se necesitan conocimientos medios de programación, de entornos de desarrollo integrados, y de otras actividades de desarrollo del software. Analizando la base curricular de los alumnos en la Universidad de Burgos se eligió el siguiente entorno tecnológico:

- Lenguaje de programación Java.
- Entorno de desarrollo integrado Eclipse (distribución Eclipse IDE for Java Developers). Además se incorporan tres

extensiones adicionales. La primera para analizar cobertura de pruebas (*EclEmma*), la segunda para ayudar a localizar defectos de código (*InCode*) y la tercera para obtener medidas estáticas de código (*RefactorIt*).

- Repositorio de proyectos de código abierto (*GitHub*).

Dada la complejidad tecnológica de la asignatura, el profesor ha creado, como recurso docente, una lista de reproducción en un canal de *Youtube* que contiene cuatro videos para facilitar el uso concreto de las herramientas (disponible en <http://goo.gl/abH1Oz>). Los video tutoriales de herramientas son enlazados como recursos en UBUVirtual, próximos en tiempo y con formato apropiado para la e-actividad que se esté realizando.

Como evidencia de interacción con las e-actividades implementadas en el entorno virtual de aprendizaje, en la Fig. 3 se muestra



Fig. 3.. Analítica de uso de UBUVirtual.

la historia de uso de UBUVirtual durante el periodo de tiempo en el que se enseñaron los conceptos de refactorización. A modo de resumen, se ha utilizado el informe estadístico que proporciona Moodle por defecto. Los

valles de la gráfica se corresponden con periodos vacacionales.

Las siguientes secciones describen con más detalle algunas de las e-actividades definidas.

4.1 Compresión de conceptos: lecturas, ejemplos y pruebas objetivas

La lectura de códigos de ejemplos y su evolución después de realizar alguna transformación es uno de los principales recursos didácticos para el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de refactorización. En GitHub existe una funcionalidad especial llamada Gist. El objetivo de un Gist es compartir de manera simple fragmentos de código con otros pudiendo ser estos versionados y comentados. Estas dos funcionalidades (i.e. versionado y capacidad de añadir un diálogo mediante comentarios), permiten presentar los conceptos de manera dinámica a través de hiperenlaces donde se puede destacar la evolución del código y su justificación teórica. En el ejemplo disponible en el Gist <https://gist.github.com/clopezno/2d5028391f1eea4f0c84> se muestra un Gist donde se aplican tres patrones de diseño (estrategia, adaptador y observador) sobre un código de ejemplo (Kerievsky, 2004).

El Gist referenciado tiene tres versiones de código y un diálogo con tres comentarios correspondientes a las justificaciones de aplicar cada patrón de diseño propuesto. En la versión inicial del Gist se plantea un comentario con una descripción de una clase Java (*Paragraph*) para aplicar el patrón de

diseño *estrategia*, y se enlaza con la solución de la primera revisión de código. El segundo comentario describe una evolución del código con un nuevo requisito donde se aplica el patrón *adaptador*. Igual que en el caso anterior, el comentario tiene una referencia a la solución de la nueva versión de código. El proceso pedagógico es el mismo cuando se aplica el patrón de diseño *observador* en el tercer comentario.

La principal ventaja didáctica de aplicar esta solución es que permite gestionar de manera directa los cambios de código producidos resaltando mediante un lenguaje de colores las zonas cambiadas (rojo código eliminado y verde código añadido). En la Fig. 4 se muestra cómo cambia el código de la clase *Paragraph* cuando se aplica el patrón de diseño observador.

```

25 26 +public class Paragraph extends Observable {
26 27
27 28     private ArrayList<String> lines;
27 29     private FormattedStrategy formattedStrategy;
28 30
29 31     @@ -31,6 +33,7 @@
31 32     * Establish Right Align as default Formatted Strategy.
32 33     */
33 34     public Paragraph() {
34 35     + super();
35 36     lines = new ArrayList<String>();
36 37     formattedStrategy=new RightStrategy();
37 38     }
38 39
39 40     @@ -41,7 +44,9 @@ public Paragraph() {
41 41     */
42 42     public void addLine(String s){
43 43     lines.add(s);
44 44     - formattedStrategy.format(lines);
45 45     + setChanged();
46 46     + notifyObservers();
47 47     + formattedStrategy.format(lines);
48 48     }
49 49
49 50 }

```

Fig. 4. Evolución de cambios de código mediante Gits.

4.2. Aprendizaje basado en problemas de refactoring

Una de las estrategias formativas para aplicar el conocimiento de refactorización en las etapas iniciales es fomentar la interacción controlada del estudiante. Con este objetivo, se han seleccionado las preguntas incrustadas. En la Fig. 5 se muestra una la visualización, desde la visión del estudiante, de una pregunta incrustada (*cloze*), para enseñar cómo funciona la refactorización *Move Method*. Tanto el código origen, como la descripción de la refactorización, se distribuyen con un enlace a Gist (ver <https://gist.github.com/clopezno/10018544>). Además del código, en el enunciado se proporciona como recurso el enlace a la descripción de la refactorización

Move Method en el catálogo de Fowler (<http://refactoring.com/catalog/moveMethod.html>). La elección de huecos o palabras clave en el código se corresponde con cambios que sufre el código original después de realizar la refactorización.

A medida que el alumno va aprendiendo, estas preguntas evolucionan en preguntas de texto libre o ensayo. La evolución consiste en ir eliminando del enunciado toda información relacionada con el código final después de refactorizar, para que la genere completamente el alumno. Como último paso evolutivo, en el diseño de problemas solo se proporciona el código fuente original, para que identifique algún defecto asociado y la secuencia de refactorizaciones que puede ayudar a eliminarlo. En el caso particular de la Fig. 5, la refactorización *Move Method* está motivada por existir el defecto de código denominado envidia de características (*Feature Envy*).

La funcionalidad denominada *fork*, asociada a cada Gist, permite crear ramas de desarrollo independientes del código original. Esto puede ser utilizado didácticamente para poder llevar a cabo ese proceso evolutivo del aprendizaje donde cada alumno desarrolle su solución a partir del enunciado inicial proporcionado por el profesor, y entregar como resultado el enlace de su evolución, como respuesta a una pregunta de texto libre o ensayo.

Refactorización con Eclipse *Move Method*

Dado el código fuente Java y el histórico de refactorizaciones de Eclipse disponibles en <https://gist.github.com/clopezno/10018544> se tiene que rellenar los huecos del nuevo código obtenido al realizar las refactorizaciones especificadas.

```
public class [ ] {
}

public class Order {
    public double adjustedTotal=0;
    public double getTotal() {
        // TODO Auto-generated method stub
        return 100;
    }
    public double [ ] ([ ], [ ], double
percentage) {
        double discount = getTotal() * percentage;
        adjustedTotal = getTotal() - discount;
        return adjustedTotal;
    }
}

public class MoveMethodDemoTest {
    @Test
    public void testApplyDiscountTo() {
        MoveMethodDemo instancia= new MoveMethodDemo();
        Assert.assertEquals(90.0, new [ ] ().applyDiscountTo(instancia, 0.1));
    }
}
```

Fig. 5. Problemas de refactoring con preguntas cloze.

4.3. Estudio de casos basado en proceso de refactorización

En la asignatura se han seleccionado dos casos de estudio, ambos son referencia básica en el campo de refactorización orientadas a diseño. El primero es guiado por el profesor y con una documentación detallada paso a paso basada en el ejemplo del capítulo 1 del libro (Fowler *et al.*, 1999). El caso de estudio es monitorizado en GitHub. El profesor crea un repositorio con el código original y cada estudiante crea su propia rama de desarrollo (*fork*). Cada paso se corresponde con la aplicación de una refactorización, y se pide que se haga una revisión en su propia rama de desarrollo con un texto descriptivo de la revisión (*commit*).

El segundo caso de estudio es el propuesto en (Demeyer *et al.*, 2007), *Refactoring Lab Session*, y basado en el libro (Nierstrasz, Ducasse & Demeyer, 2009). Este caso de estudio es guiado mediante conjunto de tareas en su enunciado, y se realiza un seguimiento de las preguntas sobre la resolución de cada tarea con un foro de tipo pregunta respuesta. La actividad se realiza en grupos de dos participantes que realizan su clonación del repositorio proporcionado por el profesor (disponible en https://github.com/clopezno/refactoring_lab_session.git). Los productos a entregar resultado del caso de estudio son dos: (1) un histórico de refactorizaciones realizadas con Eclipse, obtenido mediante la funcionalidad disponible en el menú refactor → *history* y, (2) un documento memoria con

la dirección web al repositorio de control de versiones, junto con las respuestas a las preguntas de reflexión:

- *¿Se puede automatizar completamente el proceso de refactorización a través de herramientas?*
- *¿Qué relación encuentras entre el proceso de refactorización y la utilización de sistemas de control de tareas y versiones?*

En la Fig. 6 se describe la rúbrica utilizada en UBUVirtual para evaluar esta actividad. En ella se consideran tres dimensiones del trabajo: el producto software, el proceso para obtener el producto y las reflexiones obtenidas.

Proceso de refactorizing	Sin entregar	Refactorizaciones de un tipo	Refactorizaciones de dos tipos	Refactorizaciones de tres tipos	Refactorizaciones de cuatro tipos
	0 puntos	1 puntos	3 puntos	6 puntos	8 puntos
Calidad de la solución	Sin entregar 0 puntos	Existen las subclases Workstation y Printer 1 puntos	Workstation y Printer tienen implementados correctamente al menos uno de estos tres métodos: printOn, printHtmlOn, printXmlOn 3 puntos	Workstation y Printer tienen implementados correctamente tres métodos: printOn, printHtmlOn, printXmlOn 6 puntos	Se elimina el código de tipo de la clase Nodo 8 puntos
Preguntas de reflexión	No se justifica con la experiencia adquirida en el caso de estudio 1 puntos		Son correctas parcialmente y se justifican con la experiencia adquirida en la práctica 3 puntos	Son correctas y se justifican con la experiencia adquirida en la práctica 6 puntos	

Fig. 6. Rúbrica de evaluación del caso de estudio.

En la Fig. 7 se muestra las evidencias de seguimiento de las reflexiones realizadas por los grupos de alumnos. El profesor comenzaba indicando unas preguntas procedentes del enunciado indicando un duración en minutos por respuesta. Los grupos de alumnos después de realizar la tarea solicitada contestaban las preguntas planteadas en el foro. El profesor solo intervenía para corregir reflexiones erróneas que pudieran llevar a confusiones

a otros compañeros. La participación de los grupos fue casi completa y el profesor solo tuvo que aportar dos correcciones.

La Fig. 8, disponible en el repositorio de GitHub, se presenta un resumen gráfico del versionado del proceso de todos los grupos de prácticas.

Tema	Comenzado por	Grupo Réplicas	Último mensaje
Extract Method 30 min + 5	LOPEZ NOZAL CARLOS	7	LOPEZ NOZAL CARLOS mar, 3 de jun de 2014, 19:28
Conclusión (20 min)	LOPEZ NOZAL CARLOS	6	IZQUIERDO AMO ROBERTO vie, 23 de may de 2014, 19:20
Transformar códigos de tipo (30 min + 5)	LOPEZ NOZAL CARLOS	5	ALAMO OLIVE JORGE vie, 23 de may de 2014, 11:48
Eliminar código de navegación (30 min + 5)	LOPEZ NOZAL CARLOS	6	ATIENZA GONZÁLEZ DAVID jue, 22 de may de 2014, 21:51
Mover el comportamiento cerca de los datos (30 min + 5)	LOPEZ NOZAL CARLOS	6	RAMOS SÁNCHEZ DAVID jue, 15 de may de 2014, 19:30
Habla con los de mantenimiento (10)	LOPEZ NOZAL CARLOS	6	RAMOS SÁNCHEZ DAVID jue, 15 de may de 2014, 18:31
Hacer una instalación de prueba (20 + 10)	LOPEZ NOZAL CARLOS	7	RAMOS SÁNCHEZ DAVID jue, 8 de may de 2014, 19:27
Lee todo el código en 5 minutos (10 + 5)	LOPEZ NOZAL CARLOS	6	MIGUEL DE LA FUENTE DAVID jue, 8 de may de 2014, 18:50
Ojea la documentación 15 + 5	LOPEZ NOZAL CARLOS	6	RAMOS SÁNCHEZ DAVID jue, 8 de may de 2014, 18:22

Fig. 7. Foro pregunta respuesta para realizar un seguimiento de las reflexiones.

Cada línea se corresponde con la evolución temporal de una determinada versión del sistema software de un grupo de prácticas.

4.4. Seminario virtual

Después de adquirir un nivel de conocimiento analítico, como última actividad, se propone a los estudiantes la asistencia no obligatoria a un seminario impartido por una empresa. Parte del contenido del seminario está orientado a reflexionar cómo utilizan en la empresa los conocimientos adquiridos.

La historia del desarrollo de la actividad fue la siguiente. Primero se anunció la actividad en abierto en varias asignaturas y a profesores de asignaturas relacionadas. La publicidad del evento se realizó a través de

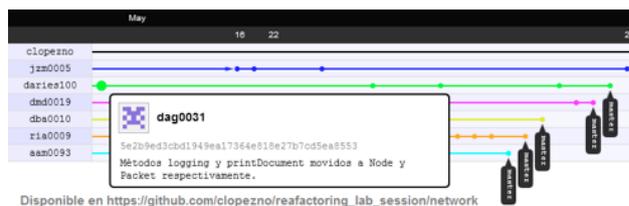


Fig. 8. Síntesis del versionado del proceso de todos los grupos de práctica.

Todos los grupos parten de una versión inicial que es la proporcionada por el profesor, que en este caso se corresponde con la primera línea. Se observa que a principios de mayo todos los grupos de prácticas hicieron su clonación. Cada punto dentro de la línea representa un cambio en el código ocasionado por una tarea de refactorización. Por cada cambio, se puede tener acceso al autor del cambio y su texto descriptivo. En el gráfico también se observa como la descripción textual del cambio utiliza correctamente la terminología de refactorización.

la página de Escuela Politécnica Superior de la Universidad Burgos y se utilizó un cartel interactivo (disponible en el enlace <http://goo.gl/n6LbdP>). A la actividad asistieron presencialmente el 91 % (11 de 12) de los estudiantes de la asignatura y dos profesores. El seminario se impartió sincronizadamente por dos ponentes, uno presencial desde la Universidad de Burgos y otro desde la empresa ubicada en Valladolid. El sistema de videoconferencia utilizado fue *GoToMeeting*. A pesar de ser público el

enlace a la videoconferencia no se unió nadie desde Internet. El seminario se grabó y está publicado en *Youtube* (ver <http://goo.gl/aW5vhh>).

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

El presente trabajo propone y describe e-actividades para la enseñanza de las tareas de refactorización a alumnos de último curso de un grado de Ingeniería Informática. La propuesta usa la taxonomía de Bloom para definir e-actividades con una complejidad gradual, lo que se plasma en un plan en el que el primer mes el esfuerzo del profesor (e.g. exposición de conceptos, secuenciación, creación y corrección de actividades de problemas) es muy alto. Después, ese esfuerzo disminuye, siendo los alumnos los que realizan el mayor desempeño al enfrentarse a los casos de estudio (ver Fig. 3).

Aunque la experiencia de aplicación de las e-actividades solo se ha realizado en el curso 2013-2014, se observan las siguientes consecuencias:

1. que las funciones del profesor son quizás más dinámicas de lo que serían con una metodología tradicional, pues seguirá creando nuevas e-actividades en los siguientes cursos. A todo ello se suma la renovación de las herramientas software, búsqueda de empresas implicadas en los seminarios virtuales, y su papel de moderador y guía de las actividades más interactivas. Esto último viene refrendado

por la elevada asistencia a clase.

2. que los resultados de aprendizaje son buenos (100 % tasa de rendimiento en primera convocatoria, pese a existir notas de corte). Cuestiones, como que la propuesta permite homogeneizar conocimientos y habilidades en las primeras semanas, o motivar a los alumnos mediante la competitividad en la realización de los casos de estudio, así como la utilización de software profesional, apuntan como factores de éxito.

Consideramos que desde el punto de vista de las TIC el trabajo puede mejorar en varias líneas. Por un lado, utilizando más funcionalidades ofrecidas por GitHub para fines pedagógicos. En este sentido, en este trabajo no se han utilizado dos funcionalidades interesantes que GitHub asocia a cada proyecto: la gestión de tareas (*issues*) y los comentarios de revisión (*pull request*). Por otro lado, se pueden incorporar análisis visuales de la evolución del software de la interacción de los estudiantes con las e-actividades de refactorización. Para ello se puede usar algún *framework* como el propuesto en (González-Torres, García-Peñalvo & Therón, 2013).

6. Agradecimientos

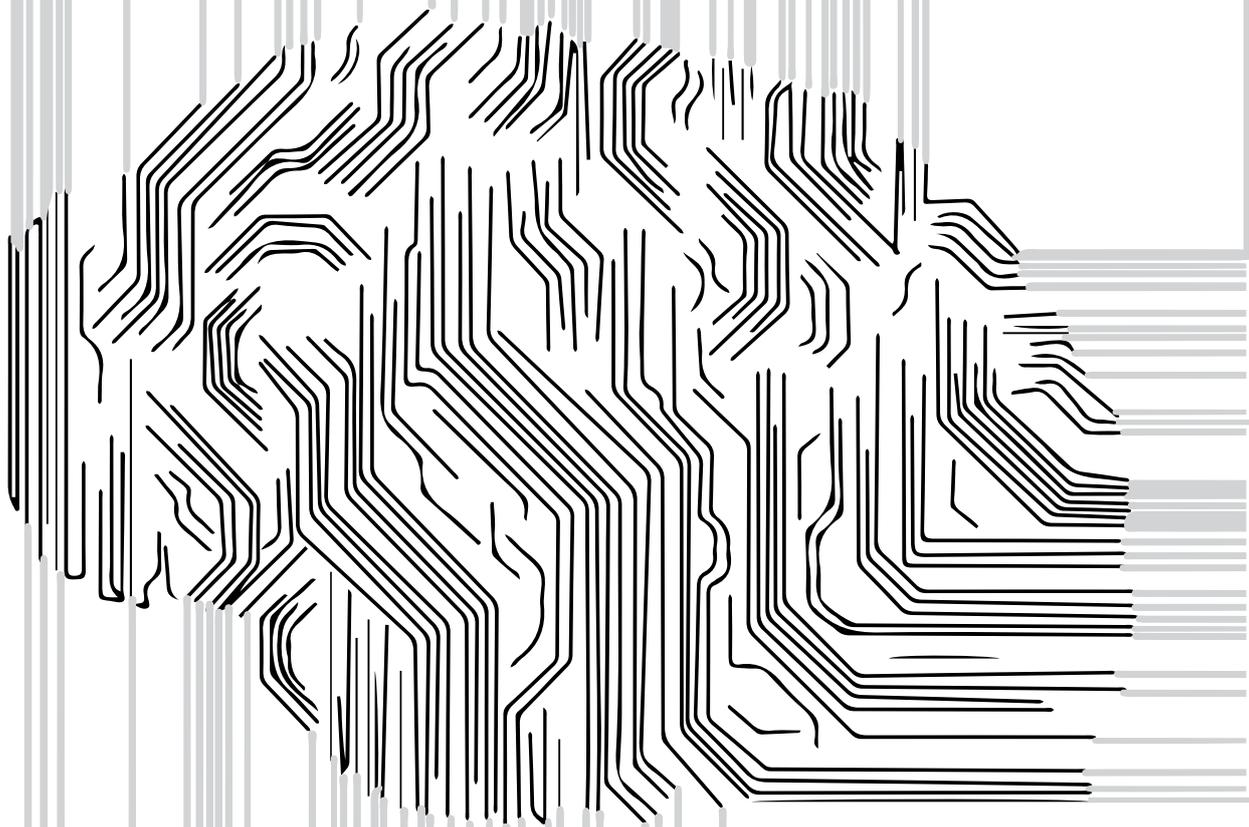
Este trabajo ha sido realizado por el Grupo de Innovación Docente de la Universidad de Burgos DIGIT y financiada con cargo a la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Innovación y Mejora Docente, convocada por el Vicerrectorado de Profesorado y Personal de Administración y Servicios de la UBU. Clave orgánica [30.18.10.A2].

A la Empresa Códice Software por su colaboración y disponibilidad en la organización del seminario. A los alumnos que han participado en la experiencia por dar autorización escrita a presentar parte de su información personal con fines de divulgación educativa.

7. Referencias

- Bourque, P., & Fairley, R. E.. (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge SWEBOK, Version 3.0*. IEEE Computer Society. <http://www.swebok.org/>
- Bourque, P., Buglione, L., Abran, A., & April, A. (2003). Bloom's Taxonomy Levels for Three Software Engineer Profiles. En *STEP* (pp. 123-129). <http://dx.doi.org/10.1109/step.2003.6>
- Britton, J., & Berglund, T. (2013). Using version control in the classroom. En *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 753-753). Denver, Colorado, USA: ACM.
- Brown, W. J. (1998). *AntiPatterns: refactoring software, architectures, and projects in crisis*. New York: Wiley.
- Cabero Almenara, J., & Román Graván, P. (2005). *E-actividades: un referente básico para la formación en Internet*. Madrid: Eduforma Editores.
- Demeyer, S., Rysselberghe, F. V., Gírba, T., Ratzinger, J., Marinescu, R., Matthias R., & El-Ramly, M. (2007). The LAN-simulation: A Refactoring Lab Session. En *WRT* (pp. 52-53).
- Fowler, M., Beck, K., Brant, J., Opdyke, W., & Roberts, D. (1999). *Refactoring: Improving the Design of Existing Code*. Addison-Wesley.
- González-Torres, A., García-Peñalvo, F. J., & Therón, R. (2013). Human-computer interaction in evolutionary visual software analytics. *Computers in Human Behavior*, 29(2), 486-495. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.013>
- Kelleher, J. (2014). Employing git in the

- classroom. *Computer Applications and Information Systems (WCCAIS), 2014 World Congress on*, 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/WCCAIS.2014.6916568>
- Kerievsky, J. (2004). *Refactoring to patterns*. Addison-Wesley. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-27777-4_54
- Lawrance, J., Jung, S., & Wiseman, C. (2013). Git on the cloud in the classroom. En *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 639-644). Denver, Colorado, USA: ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2445196.2445386>
- Lippert, M., & Roock, S. (2006). *Refactoring in Large Software Projects: Performing Complex Restructurings Successfully*. John Wiley & Sons.
- Lopez, C., Alonso, J. M., Marticorena, R., & Maudes, J. M. (2014). Design of e-activities for the learning of code refactoring tasks. En *2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE)* (pp. 35-40). <http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2014.7017701>
- Meneses, E. L., Fernández, G. D., & Ballesteros-Regaña, C. (2011). E-actividades: elementos constitutivos para la calidad de la praxis educativa digital. En *La práctica educativa en la Sociedad de la Información: Innovación a través de la investigación* (pp. 267-282). Editorial Marfil.
- Nierstrasz, O., Ducasse, S., & Demeyer, S. (2009). *Object-Oriented Reengineering Patterns*. Square Bracket Associates.
- Wake, W. C. (2004). *Refactoring workbook*. Boston: Addison-Wesley.



Sección Regular

Regular Section

Providing pervasive Learning eXperiences by Combining Internet of Things and e-Learning standards

Proporcionar experiencias de aprendizaje ubicuo mediante la combinación de Internet de las Cosas y los estándares de e-Learning

Aroua Taamallah ¹, Maha Khemaja ²

¹ ISITCOM, University of Sousse, Sousse, 4011, Tunisia. aroua.taamallah@yahoo.fr

² The Higher Institute of Applied Sciences and Technology, Prince Research Group, University Of Sousse, Sousse, 4011, TUNISIA.

maha_khemaja@yahoo.fr

Abstract

Nowadays, learning is more and more taking place anywhere and anytime. This implies that e-learning environments are expanded from only virtual learning environments to both virtual and physical ones. Thanks to the evolution of Internet, ICT (Information and Communication Technology) and Internet of Things, new learning scenarios could be experienced by learners either individually or collaboratively. These learning scenarios are Pervasive in such a way that they allow to mix virtual and physical learning environments as well. They are therefore characterized by possible interactions of the learner with the physical environment, the Learner's contextual data detection as well as the adaptation of pedagogical strategies and services according to this context. This paper aims to take advantage of this trend and keep up also with existing e-Learning standards such as IMS LD and LOM. The solution proposed is therefore to extend these standards models with that of Internet of Things and to provide an adaptation approach of learning activities based on learner's context and her/his track using the eXperience API. In this context and in order to allow both reasoning capabilities and interoperability between the proposed models Ontological representations and implementation are therefore proposed. Moreover a technical architecture highlighting the required *software* components and their interactions is provided. And finally, a relevant pervasive learning scenario is implemented and experimented.

Resumen

Actualmente, el aprendizaje está teniendo lugar con mayor frecuencia en cualquier lugar y en cualquier momento. Esto implica que los ambientes del aprendizaje electrónico se expandan desde los entornos de aprendizaje solo virtuales a entornos que implican espacios físicos. Gracias a la evolución de Internet, las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación) y a la Internet de las Cosas, se pueden experimentar nuevos escenarios de aprendizaje por parte de los estudiantes, ya sea individualmente o en colaboración. Estos escenarios de aprendizaje ubicuos, permiten compaginar tanto ambientes virtuales como ambientes físicos. Por tanto, estas experiencias se caracterizan por las interacciones posibles del estudiante con el entorno físico, la detección de los datos contextuales, y también la adaptación de las estrategias pedagógicas y de los servicios según el contexto. Este artículo pretende aprovechar esta tendencia y sustentarla en las normas existentes de aprendizaje electrónico como IMS LD y LOM. La solución propuesta es extender los modelos de normas de aprendizaje electrónico como IMS LD y LOM para soportar Internet de las Cosas y para aportar un enfoque de adaptación de las actividades de aprendizaje según el contexto del estudiante y su huella digital utilizando la API eXperience. En este contexto y con el fin de permitir las capacidades de razonamiento y la interoperabilidad entre los modelos propuestos se proponen representaciones ontológicas y una implementación de la solución. Además, se plantea una arquitectura técnica que resalta los componentes de software necesarios y sus interacciones. Y, por último, se implementa y se evalúa un escenario de aprendizaje ubicuo.

Keywords:

IMS LD; LOM; Experience API; Internet of Things; smart objects; smart learning objects; smart learning environment.

Palabras Clave:

IMS LD; LOM; Experience API; Internet de las cosas; objetos inteligentes de aprendizaje; ambiente inteligente de aprendizaje.

1. Introduction

In the past, learning was classroom based. Students come to school and have face-to-face interactions with their teachers. With the advent of Internet, the e-Learning concept appears and continues to progress as in (García-Peñalvo, 2008; García-Peñalvo & Seoane-Pardo, 2015). Instructional designers create courses to be packaged and delivered to the learners within a Learning Management System (LMS). An LMS provides the learner with relevant Learning Objects (LO) and activities, which results on learning processes to follow and the learning objectives to achieve. In this context, learners' tracking were provided when possible by standards such as SCORM (Chandra *et al.*, 2014) allowing later teachers as well as LMS administrators to analyze learners' data and make relevant pedagogical decisions. This allows offering multiple services including the learner guidance during the learning process. But it has also many drawbacks like (a) The lack of pervasive learning activities, (b) Learners could only use learning objects provided by the LMS, (c) Resources allocation at design-time makes difficult reusability across different learning contexts and metadata standards. In addition, whenever, the learner uses physical or tangible learning objects, there is no means for keeping track of those actions. Nowadays, mobile and pervasive devices impact more and more everyday lives of individuals. Specifically, those devices are increasingly

integrated into learning scenarios, in such a manner that learning environments become equipped with smart objects including smart LOs integrating ubiquitous things like sensors, NFC, RFID, etc. These devices are context-aware and adapt their behavior accordingly to the learner's needs and current context. Additionally, the Internet of Things (IoT) provides new opportunities for instructional designers and teachers especially those interested by experimental learning. Thus, they could take advantages of these new capabilities by developing pedagogical approaches that leverage the technologies emerging in environments around us (Watson *et al.*, 2013). However, designing these complex scenarios requires (a) the use of standards that allow on one hand to structure learning activities and to assign roles and on the other hand to overcome reusability and interoperability of these designs (b) tracking one's learner's learning experience from any environment be it digital or physical to be later used for other purposes like assessment or learning scenarios adaptation.

The main contribution of the present paper is therefore to extend IMS LD (Learning Design) and IEEE LOM (Learning Object Metadata) standards with Internet of Things to model context aware scenarios based on semantics of learning resources and smart objects and taking into account learner's previous interactions and achievements. Our



ultimate aim is to keep track of the learning experience using eXperience API then adapt the learning scenarios based on this track.

Therefore, the rest of the paper is structured as follows:

In section 2, we describe a motivating scenario and its research issues and challenges. In section 3, we present e-Learning standards that we consider relevant in the context of the present work. In section 4 research work related to approaches that have combined in a certain manner the IoT, the semantic Web,

e-Learning and standards as the IMS LD are presented. A comparison and a synthesis will allow us to make a check list of limits and drawbacks of those approaches.

In section 5, we will describe our proposal that consists mainly on a combination of IMS LD, IoT and xAPI. In section 6, we use ontological models and NFC technology for the implementation and the experimentation. Finally, in section 7, we conclude and outline our future works.

2. Motivating scenario description and analysis

To introduce the work depicted in this paper, we present in this section a motivating

learning scenario and its related research issues and challenges.

2.1. Scenario description

Bob is a natural science teacher interested by technology. He attempts to create a smart learning environment by using social, mobile and ubiquitous learning aspects. He proposes to his students an environment for learning Human anatomy systems including 3D human body puzzle where learners could interact with each other to acquire skills related to those anatomy systems, their components and functioning modes. At the beginning,

Bob introduces the course. Then, he proposes a collaborative activity where learners could interact with a 3D human body puzzle by the use of Near Field Communication (NFC) technology. Students are equipped with NFC enabled active devices to store information about a specific part of the 3D human body puzzle. This collaborative activity aims to test the students' comprehension level.

2.2. Issues and challenges

IoT provides a diversity of connected objects and several interactions' possibilities with the physical environment. This provides

opportunities to explore its advantages using physical and virtual objects. These things interact between them and with users

including learners, teachers and instructional designers.

The main challenges here are:

(1) How to integrate physical learning objects with e-Learning objects and activities?

(2) How to keep track of individual or group learning activities and achievements?

(3) How to adapt learning scenarios accordingly to user's or group's context based on the historical stores?

3. Useful e-learning standards

3.1. IMS Learning Design (IMS-LD)

The IMS LD specification is developed by IMS GLC (IMS Global Learning Consortium) in 2003. It is the only available interoperability specification in the area of technology enhanced learning that allows the definition and orchestration of complex activity flows and resource environments in a multi-role setting (Derntl *et al.*, 2012; Berlanga & García-Peñalvo, 2005; Berlanga *et al.*, 2006). The IMS LD is based on the principle that considers a Learning process

as a play metaphor (IMS LD, 2015). Each person has a role and performs a set of activities. A method is the main element of an LD scenario. It helps coordinating the activities of each role. It consists of one or more play(s), acts and role-parts. A role-part contains a reference to a role and a reference to a particular structured activity. An activity is either simple or composed. It has a learning or a supporting purpose.

3.2. IEEE Learning Object Metadata (IEEE LOM)

Learning Object Metadata (LOM, 2002) is an e-Learning standard published in 2002. It is considered as the most adopted content tagging specification. It is used for learning object annotation using metadata. LOM proposes classification of metadata elements

into nine groups: General, lifecycle, meta-metadata, technical, educational, rights, etc. The advantages of adding metadata to learning objects aim to ensure interoperability and re-use of LOs, adaptability as well as sustainability.

3.3. Experience API (xAPI)

The Experience API (xAPI, 2013) is a new specification arising from the Tin Can



project. It allows collecting data from an LMS or any other learning environment (an Intelligent Tutoring System or a game or also a classroom, etc.) and storing it in a repository called Learning Record Store (LRS). The information is structured into statements. These are formed at least by three components: an actor (e.g., John), a verb (e.g., plays) and an object (e.g., a game). There are also other components that add more information to statements like the context element. Statements are delivered by the hosting LRS on demand by an LMS, another LRS or also a reporting tool.

4. Related works

4.1. Works related to e-Learning standards

Authors in (Chikh, 2014) present a learning design objects' general model for the description of LD Objects (LDO). This model uses the LOM concepts and adapts them to establish taxonomy for learning scenarios. Work in (Vidal-Castro, 2012) proposes an IMS LD ontology composed of 3 sub-ontologies: the first one represents concepts and relationships related to the elements of an LD accordingly to the IMS LD standard, the second one organizes concepts related to the LD resources and the final one represents learning objects metadata. LOM is used to target the IMS LD learning objects by giving specific information on them. Pervasive LOM (PLOM) is an extension of the IEEE LOM for pervasive environments. It is used to augment context-awareness of learning sources and resources (Atif & Mathew, 2013). PLOM concepts add useful information to learning objects like location which provides a record of how an object is traced from its virtual location to its physical one, its capability to know the functionalities and services and its friends to find quickly with which other objects it could communicate and finally to facilitate composition of LOs. IMS LD and LOM are used in ontological approaches but not for pervasive purposes. Only authors in (Atif & Mathew, 2013) use LOM in the context of pervasive environments. But, none of these works have included xAPI in order to keep track of learners' activities and achievements.

4.2. IoT and semantic Web

The W3C semantic sensor network incubator group develops an ontology that describes

concepts used for sensing like sensors, sensor devices and sensor measurement capabilities. This ontology is named Semantic Sensor Networks (SSN) ontology. Authors in (Compton *et al.*, 2012) describe this ontology and give examples of use cases.

SENSEI¹ is an example of project that uses the SSN ontology. It aims at developing a framework of universal services interfaces for Wireless Sensor Networks (WSN) to realize the future of Ambient Intelligence while work depicted in (Presser *et al.*, 2009) establishes a model of sensors, actuators and processors as resources.

Authors in (De *et al.*, 2011) present an information model defining main concepts and components of the IoT domain and providing a formal representation of them. It is composed of an entity, a resource as well as an IoT services models. The main concepts are device, entity, resource and

4.3. Learning scenarios including IoT

Authors in (Gómez *et al.*, 2013) propose a system that allows students to interact with physical objects, which are virtually associated with a learning subject. The Unit of Learning (UoL) presented deals with Systems Engineering. It includes a practical activity to identify the function of each hardware element and computer operation. The learning objective is to know the function of each hardware device of a computer system. Before engaging learners into practical activities, the system

service. A device is attached to an entity that is associated with a resource. This resource controls the device and gives information about the entity. The service concept provides the required functionalities for interaction between entities and their related processes.

An overview of a service-oriented middleware using semantic technologies is presented on (Hachem *et al.*, 2011). This work focuses on modeling a set of ontologies describing devices, their functionalities and hardware devices that may exist in a network.

Finally, the approach presented in (Christophe, 2011) consists on modeling the Web of things paradigm using semantic profiles. This model allows the representation of a real world object as a virtual one. A proposed framework permits the discovery of any connected object and its use in a Web application.

provides learning objects about the computer hardware. Students have to work on those LOs. In practice, the laboratory labeled with Near Field Communication (NFC) tags insure communication with learners' mobile devices. Each learner interacts with physical objects and the corresponding augmented objects explaining the operation of each hardware component. Results analysis of this work proves improvement of students' learning outcomes.

Authors in (Chin & Callaghan, 2013) propose



a hierarchical smart box used as a living lab. A living lab is a living environment housing people and technology in a semi experimental setting. Within this environment, an example of scenario of community of things takes place using the Pervasive Interactive Programming (PiP) Language. This latter is used for teaching computer programming and allows learners to easily create their own programs. Learners are asked to program coordinated activities: for example when the phone rings, the lamp raises and the media player stops. The learner logs into the system and translates the description written into a program thanks to PiP and its graphical

representations of Things. The system converts the smart things behavior into rules and then the learner executes the program. This work's advantage is that it combines PiP, IoT and Living Labs.

Authors in (Domingo, 2012) provide an overview of IoT intended for people with disabilities including children. An example of school scenario includes the use of IoT for deaf children. They scan the RFID tags embedded into books; the text is translated into videos and launched in a computer. This scenario can be used not only for children but also for other categories of people with small modifications but keeping the same idea.

4.4. Learning scenarios including IMS LD and IoT

University of Things (UoT) (Luque *et al.*, 2011) is a novel paradigm that brings university and its services close to students and society in general, thanks to IoT technologies anytime, anywhere. To fulfill this paradigm, authors in (Borrego *et al.*, 2013) create a system named Pinakes based on IMS LD ontology and NFC technology. Equipped with a mobile phone with NFC tags, the learner scans bibliographic resources to pick up information related to books existing in the library, teachers' notes strewn at their offices or classrooms to pick up information, their suggested books' titles or their advices and finally their email addresses to communicate with them.

The approach presented in (Anasol *et al.*, 2012) proposes the creation then the use of

a virtual laboratory by the combination of xReality, virtual objects and learning activities in a mixed reality learning environment. The mixed reality activities that are structured as a sequence of learning activities based on IMS LD standard aim to help geographically dispersed learners to produce IoT projects. These activities are performed using Fortito's Buzz Board Educational Toolkit (Callaghan, 2012). This toolkit is composed by a variety of hardware components that form xReality Objects and software modules and used to create IoT objects.

In a previous work, (Taamallah & Khemaja, 2014) have proposed models that combine IMS LD and IoT in learning scenarios. The work in the present paper constitutes an extension to those models, by also extending the LOM

standard to pervasive learning environments. The main focus of this paper is to adapt learning scenarios based on the learner's historical data, his preferences, his learning

and environmental context by making use of the xAPI and a suitable architectural model for learning scenarios execution.

4.5. Learning scenarios including IMS LD and IoT

University of Things (UoT) (Luque *et al.*, 2011) is a novel paradigm that brings university and its services close to students and society in general, thanks to IoT technologies anytime, anywhere. To fulfill this paradigm, authors in (Borrego *et al.*, 2013) create a system named Pinakes based on IMS LD ontology and NFC technology. Equipped with a mobile phone with NFC tags, the learner scans bibliographic resources to pick up information related to books existing in the library, teachers' notes strewn at their offices or classrooms to pick up information, their suggested books' titles or their advices and finally their email addresses to communicate with them.

The approach presented in (Anasol *et al.*, 2012) proposes the creation then the use of a virtual laboratory by the combination of xReality, virtual objects and learning activities in a mixed reality learning environment. The mixed reality activities that are structured

as a sequence of learning activities based on IMS LD standard aim to help geographically dispersed learners to produce IoT projects. These activities are performed using Fortito's Buzz Board Educational Toolkit (Callaghan, 2012). This toolkit is composed by a variety of hardware components that form xReality Objects and software modules and used to create IoT objects.

In a previous work, (Taamallah & Khemaja, 2014) have proposed models that combine IMS LD and IoT in learning scenarios. The work in the present paper constitutes an extension to those models, by also extending the LOM standard to pervasive learning environments. The main focus of this paper is to adapt learning scenarios based on the learner's historical data, his preferences, his learning and environmental context by making use of the xAPI and a suitable architectural model for learning scenarios execution.

5. El instrumento

We highlight again the challenging issues that the solution we propose will address. These issues are the following:

- (1) How to integrate physical learning objects with e-Learning objects and activities?
- (2) How to keep track of individual or group



learning activities and achievements?

(3) How to adapt this scenario accordingly to user's or group's context based on the historical stores?

To answer to question (1), we propose to extend IMS LD and LOM with IoT. Exploring IoT technologies such as NFC, RFID and sensors in educational environments offers

5.1. IMS LD model and its extension

To adapt IMS LD and allow its use in the context of new educational issues, we consider four LD extension points (figure 1):

- 1) The LD environment concept could represent either a physical environment like a classroom or a virtual environment like an Intelligent Tutoring System or an LMS.
- 2) A physical environment is an environment where the learner interacts with tangible objects and performs physical activities. Compared to a physical environment, a virtual environment is an environment where the learner performs virtual activities and use digital resources.

The physical environment concept is therefore extended with tangible and intelligent

many benefits such as providing context aware activities and associating learning and smart objects to the corresponding activities.

To answer to question (2), we use eXperience API model.

To answer to question (3), we explore the historical data, learner's preferences and actual context to adapt the scenario.

objects. These objects could be IoT objects or physical learning objects. This extension is explained in details with the IoT model in figure 2.

3) The learning object concept is extended with that of physical learning object.

4) According to IMS LD specification, an activity could be either a learning activity or a support activity. We extend the activity concept with other types of activities like physical activity or virtual activity.

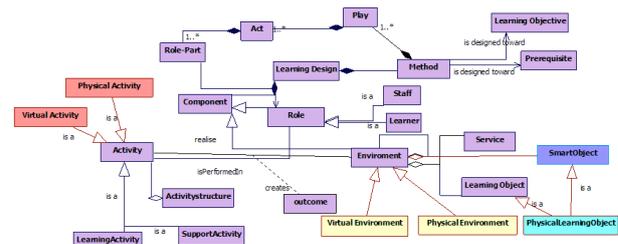


Figure 1. IMS LD extension

5.2. The IoT model

A smart object contains a hardware and software components. But each of these kinds of components is self-contained and can exist without the other. IoT devices can be classified into four types: a) Sensor device

which is capable of measuring a physical property of the real world. b) Actuator that is capable of performing an operation on or controlling a system or a physical entity in the real world. c) Processor that

performs computation operations on data. d) Composite that is composed by at least two of the devices types (Hachem *et al.*, 2011). (Latorre García *et al.*, 2013) categorizes smart devices in a remote laboratory context according to their services like authentication and authorization, discovery, learning

analytics, metadata, etc. But these services could be applied to any smart device. Each physical device has a virtual representation that allows the communication with other devices and/or with Web resources. The IoT model illustrated in figure 2 describes the previous concepts.

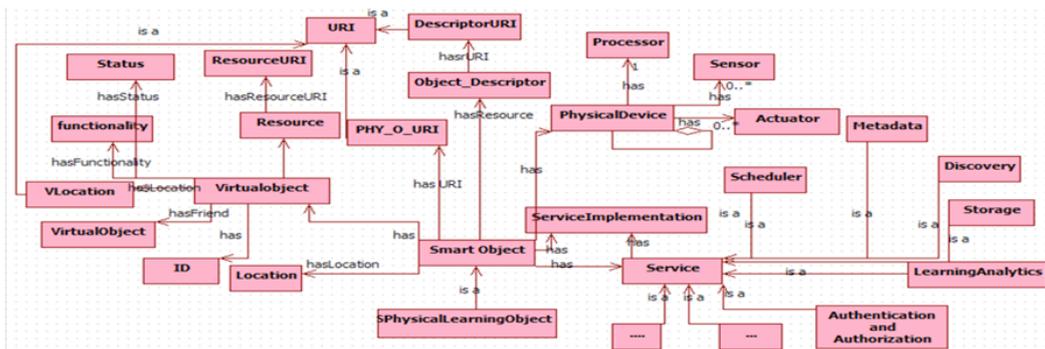


Figure 2. IoT model

5.3. PLOM model

According to IMS LD, Learning Objects (LO) are defined as reproducible and addressable digital or non-digital resources for learning purposes. LOM is used to target the IMS LD learning objects by giving specific information on the object. We extend IEEE LOM to pervasive environment (figure 3). The identifier and the location are some learning object’s characteristics.

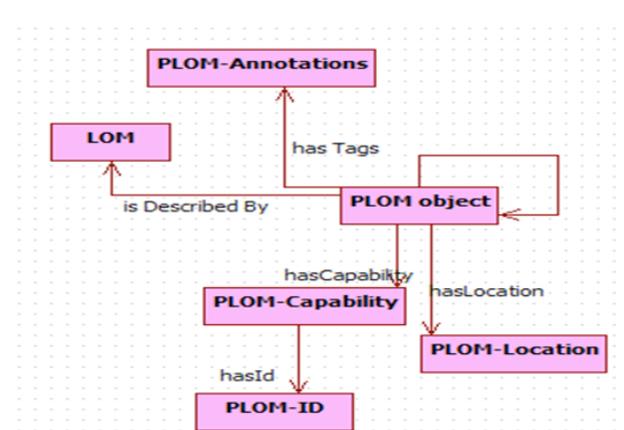


Figure 3. PLOM model

5.4. xAPI model

The xAPI model presented in figure 4 is formed by the important concepts of the xAPI specification, which are described in table1. The xAPI is helpful for a) a learner to know his previous performed activity b)

a learner’s colleagues to know the learner previous activity in the case of collaborative learning c) a learning scenario monitoring and adaptation.

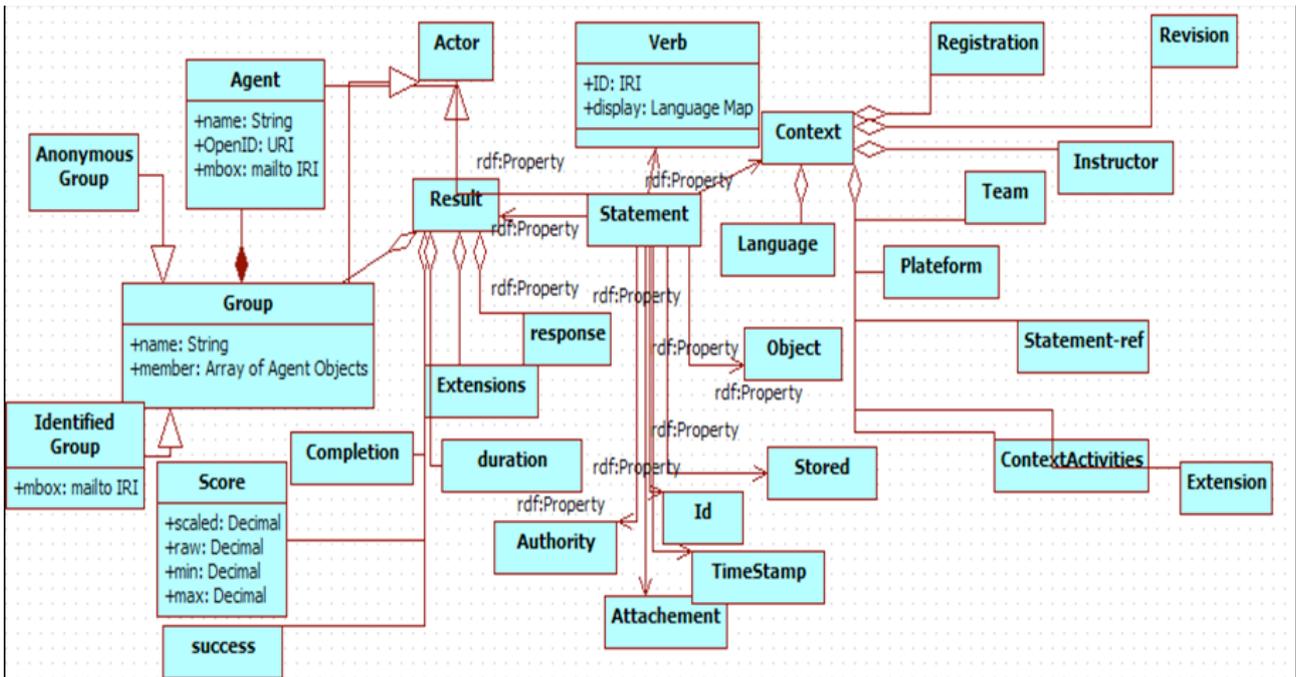


Figure 4. xAPI model

Concept	Description
Unique Identifier	identifies a statement. It is generated by an activity provider. If the statement is received without an id, the LRS generates one.
Actor	is an identity or a persona of an individual (an agent or a group) tracked using statements as doing an action within an activity.
Verb	defines the action between Actor and Activity.
Object	is the subject of an activity realized by an actor.
Result	represents a measured outcome related to the statement.
Context	defines the setting in which an activity occurs.
Timestamp	is the time at which the experience occurred.
Stored	is the time at which a statement is stored by the LRS.
Authority	verifies the validity of a statement by providing information about whom or what has asserted that this statement is true. It also observes and verifies the performance and the context that defines the setting.
Version	represents the statement associated xAPI version.
Attachment	is a digital artifact providing evidence of a learning experience.

Table 1. xAPI concepts

5.5. Toward a global model

This global model (figure 5) presented in this sub-section defines appropriate associations

between concepts. Tables 2 and 3 highlight mappings between concepts, which allow interoperability between models.

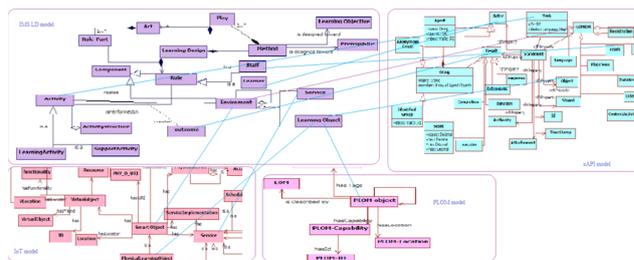


Figure 5. Toward a global model

IoT concepts	IMS LD concepts	PLOM concepts
Learner	Learner	
S Physical Learning Object	Learning Object	PLOM object
Service	Service	

Table 2. Mapping between IoT concepts, IMS LD concepts and PLOM concepts

IMS LD concepts	xAPI concepts
Learner	Actor
Activity	Verb
Learning Object	Object
Outcome	Result
Environment	Context
Staff	Team

Table 3. Mapping between IMS LD concepts and xAPI concepts

5.6. The proposed architecture

The execution of the proposed solution requires the creation of a relevant environment. This environment should be pervasive and give back track of learners' experiences. The figure 6 illustrates the proposed architectural

model. This model is service oriented and contains flexible and modular components. When the learner is interacting with smart learning components, which represent 3D human body puzzles, and using services such

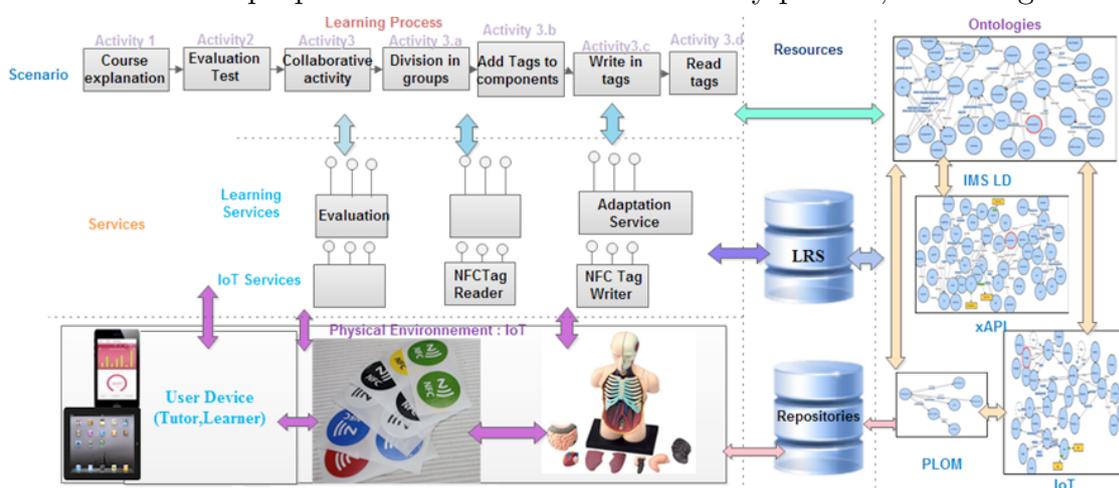


Figure 6. Architectural model

as Evaluation service, he uses repositories to store smart objects and learning objects. The PLOM and IoT ontologies describe semantically this information. Learning Record Store stores the learner’s activities

and the xAPI ontology describes semantically this historical data. The instructional designer explores this track to adapt the learning scenario by using the IMS LD ontology.

6. Proposed implementation

In this section, we will implement two parts of the presented architecture, which are the ontologies and the physical learning environment. Each concept of the proposed model uses its unique vocabulary and its different language. To grant the interoperability between these models, we

choose the use of ontologies. We also use SWRL (Semantic Web Rule language) and the corresponding JESS reasoning engine to add and then execute semantic. In addition, we use the SQWRL (Semantic Query Enhanced Web Rule Language) as a query language.

6.1. IMS LD ontology

IMS LD ontology (figure 7) describes formally and semantically the IMS LD concepts. IMS LD extension aims to extend IMS LD to new

learning needs such as the use of the IoT in the learning environment. Table 4 adds SWRL rules to IMS LD ontology.

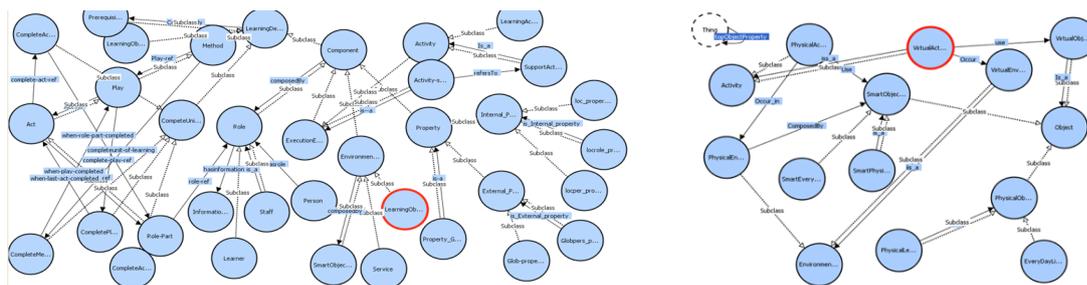


Figure 7. IMS LD ontology and its extension

Specification	An agent MUST be identified by one of the four types of Inverse Functional Identifiers(IFI). An agent MUST Not include more than one Inverse Functional Identifier (page 10)
Explanation	An agent must be identified by only one of the 4 IFI types (account, mbox, mbox_sha1sum or openID).
SWRLrule 4	$\rightarrow \text{Agent}(?x) \wedge \text{account}(?a) \wedge \text{mbox}(?b) \wedge \text{mbox_sha1sum}(?c) \wedge \text{openID}(?d) \rightarrow \text{hasIFI}(?x, ?a)$ $\rightarrow \text{Agent}(?x) \wedge \text{account}(?a) \wedge \text{mbox}(?b) \wedge \text{mbox_sha1sum}(?c) \wedge \text{openID}(?d) \rightarrow \text{hasIFI}(?x, ?b)$ $\rightarrow \text{Agent}(?x) \wedge \text{account}(?a) \wedge \text{mbox}(?b) \wedge \text{mbox_sha1sum}(?c) \wedge \text{openID}(?d) \rightarrow \text{hasIFI}(?x, ?c)$ $\rightarrow \text{Agent}(?x) \wedge \text{account}(?a) \wedge \text{mbox}(?b) \wedge \text{mbox_sha1sum}(?c) \wedge \text{openID}(?d) \rightarrow \text{hasIFI}(?x, ?d)$
Specification	An anonymous group Must include a member property listing constituent Agents (page 10).
Explanation	Member propert of an anonymous group lists the agents of this group.
SWRLrule 5	$\rightarrow \text{AnonymousGroup}(?x) \wedge \text{member}(?y) \rightarrow \text{hasmember}(?x, ?y)$

Table 6. SWRL rules related to xAPI ontology

The figure 11 illustrates the jess execution of SWRL rules and the figure 12 an example of SWRL Query that lists the learner of group 1.



Figure 11. Jess execution of SWRL rules

IdentifiedGroup_1	Agent
IdentifiedGroup_1	Agent#1
IdentifiedGroup_1	Agent#2
IdentifiedGroup_1	Agent#3
IdentifiedGroup_1	Agent#4

Figure 12. An example of SWRL query

6.5. Examples of learners' activities

The figure 13 illustrates the activity of writing/ reading activity using NFC tags, Smart phones equipped with NFC module and an android application named NFC Tag Writer.

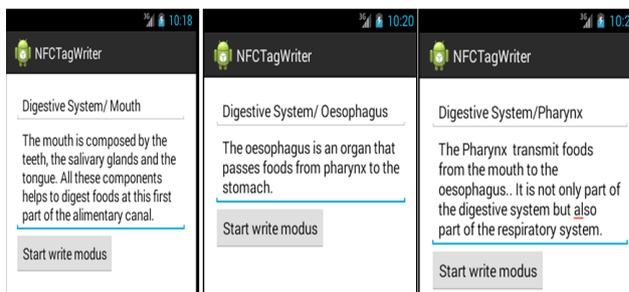


Figure 13. Writing on NFC tags

6.5. Examples of learners' activities

We use SQWRL queries to retrieve the ontology. Then we adapt the learning process learner's historical data from the xAPI if necessary using the IMS LD ontology,

the IoT ontology and the PLOM ontology exploring the xAPI ontology.

The activity A1 illustrated by the figure 14 is: The learner Alain uses a Samsung Galaxy S4 Smartphone and a Mifare 1k NFC tag.



Figure 15. Activity A2



Figure 16. Activity A3

The activity A2 and A3 illustrated by the figure 15 and the figure 16 Alain wants to write data with size of 130 bytes using a tag with a size of 64 bytes which is impossible.

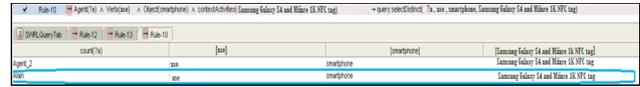


Figure 14. Activity A1

6.7. Activity adaptation

When a learner wants to scan an NFC tag with her Smartphone, we provide a list of names of the compatible NFC tags (figure 17). This list is attributed by using the environment context. It means that we adapt the activity with reference to the NFC tags that exist in the learning environment.

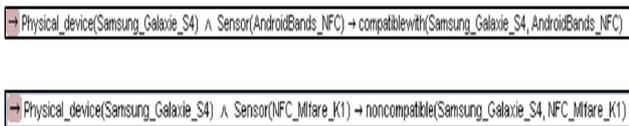


Figure 17. SWRL rules

To adapt the activities A2, A3, the tutor proposes the use of a URL (Uniform Resource Locator) for recording the enormous information in the tag (figure 18). So the learner chooses the URL. Then the user scans the NFC tag and accesses to the web page containing the related information.



Figure 18. SQWRL rule

7. Conclusions and future works

Combining virtual learning scenarios to physical ones showed new interesting opportunities for both learners and teachers. It highlighted however the need to combine and/or extend existing e-Learning standards to those of IoT. A specific need to keep track of the learners' activities and achievements showed the relevance of using the xAPI standard.

So, in this paper, our aim was to use e-Learning standards with smart objects to design complex learning scenarios and keep track of the learner's learning experience. For that we have used ontologies to grant interoperability between standards and to provide context-aware activities to learners. We have also experienced the NFC technology in a collaborative learning experience.

Currently, we are developing the present work by providing a virtualization solution for physical smart learning objects in order to grant their access from a Cloud Computing based solution. This brings advantages of sharing physical smart learning objects between several Educational communities as it was the case for common digital learning objects or resources.

8. References

- Anasol, P. R., Callaghan, V., Gardener, M., & Alhaddad, M. J. (2012). End-user programming & deconstructionism for collaborative mixed reality laboratory co-creative activities. *Presented at the 2nd European Immersive Education Summit, 26, 27.*
- Atif, Y., & Mathew, S. (2013). A Social Web of Things Approach to a Smart Campus Model. In *Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCoM), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social Computing* (pp. 349-354). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/GreenCom-iThings-CPSCoM.2013.77>
- Berlanga, A. J., & García-Peñalvo, F. J. (2005). IMS LD reusable elements for adaptive learning designs. *Journal of Interactive Media in Education, 11*. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.5334/2005-11>
- Berlanga, A. J., García-Peñalvo, F. J., & Carabias, J. (2006). Authoring adaptive learning designs using IMS LD. In V. Wade, H. Ashman, & B. Smyth (Eds.), *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems, Proceedings* (Vol. 4018, pp. 31-40). Berlin: SpringerVerlag. http://dx.doi.org/10.1007/11768012_5
- Borrego-Jaraba, F., García, G. C., Ruiz, I. L., & Gómez-Nieto, M. Á. (2013). An NFC based context-aware solution for access to bibliographic sources in university environments. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments, 5*(1), 105-118.
- Callaghan, V. (2012). Buzz-Boarding; practical support for teaching computing based on the internet-of-things.
- Chandra, D. G., & Raman, A. C. (2014). Educational Data Mining on Learning Management Systems Using SCORM. In *Communication Systems and Network Technologies (CSNT), 2014 Fourth International Conference on* (pp. 362-368). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/csnt.2014.91>
- Chikh, A. (2014). A general model of learning design objects. *Journal of King*

- Saud University-Computer and Information Sciences*, 26(1), 29-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jksuci.2013.03.001>
- Chin, J., & Callaghan, V. (2013, July). Educational living labs: a novel internet-of-things based approach to teaching and research. In *Intelligent Environments (IE), 2013 9th International Conference on* (pp. 92-99). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ie.2013.48>
- Christophe, B. (2011, October). Semantic profiles to model the "web of things". In *Semantics Knowledge and Grid (SKG), 2011 Seventh International Conference on* (pp. 51-58). IEEE.
- Compton, M., Barnaghi, P., Bermudez, L., García-Castro, R., Corcho, O., Cox, S., ... & Taylor, K. (2012). The SSN ontology of the W3C semantic sensor network incubator group. *Web Semantics: Science, Services and Agents on the World Wide Web*, 17, 25-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.websem.2012.05.003>
- Derntl, M., Neumann, S., Griffiths, D., & Oberhuemer, P. (2012). The conceptual structure of IMS Learning Design does not impede its use for authoring. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, 5(1), 74-86. <http://dx.doi.org/10.1109/TLT.2011.25>
- De, S., Barnaghi, P., Bauer, M., & Meissner, S. (2011, September). Service modelling for the Internet of Things. In *Computer Science and Information Systems (FedCSIS), 2011 Federated Conference on* (pp. 949-955). IEEE.
- Domingo, M. C. (2012). An overview of the Internet of Things for people with disabilities. *Journal of Network and Computer Applications*, 35(2), 584-596. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jnca.2011.10.015>
- Experience API specification. Retrieved March 04th, 2015, from http://www.adlnet.gov/wp-content/uploads/2013/10/xAPI_v1.0.1-2013-10-01.pdf
- García-Peñalvo, F. J. (Ed.). (2008). Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies: Experiences and Methodologies. *IGI Global*. <http://dx.doi.org/10.4018/978-1-59904-756-0>
- García-Peñalvo, F. J., & Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revision actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society*, 16(1), 119-144. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Gómez, J., Huete, J. F., Hoyos, O., Perez, L., & Grigori, D. (2013). Interaction System based on Internet of Things as Support for Education. *Procedia Computer Science*, 21, 132-139. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.019>
- Hachem, S., Teixeira, T., & Issarny, V. (2011). Ontologies for the Internet of Things.

- In *Proceedings of the 8th Middleware Doctoral Symposium* (p. 3). ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2093190.2093193>
- IMS Learning Design specification. Retrieved March 04th, 2015, from <http://www.imsglobal.org/learningdesign/>
- Latorre García, M., Carro Fernández, G., Sancristobal Ruiz, E., Pesquera Martín, A., & Castro Gil, M. (2013). Rethinking remote laboratories: Widgets and smart devices. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE* (pp. 782-788). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/FIE.2013.6684933>
- “LTSC WG12: Learning Object Metadata”, IEEE Learning Technology Standards Committee, 2002. Retrieved March 04th, 2015, from <https://iee-SA.centraldesktop.com/ltsc/>
- Luque Ruiz, I., Castro Garrido, P., Matas Miraz, G., Borrego-Jaraba, F., & Gómez-Nieto, M. Á. (2011). *Near Field Communications Handbook*.
- Presser, M., Barnaghi, P. M., Eurich, M., & Villalonga, C. (2009). The SENSEI project: integrating the physical world with the digital world of the network of the future. *Communications Magazine, IEEE*, 47(4), 1-4. <http://dx.doi.org/10.1109/MCOM.2009.4907403>
- Taamallah, A., & Khemaja, M. (2014). Designing and Experiencing smart objects based learning scenarios: an approach combining IMS LD, XAPI and IoT. In *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 373-379). ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2669711.2669926>
- Vidal-Castro, C., Sicilia, M. Á., & Prieto, M. (2012). Representing instructional design methods using ontologies and rules *Knowledge-Based Systems*, 33, 180-194. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2012.04.005>
- Watson, C. E., & Ogle, J. T. (2013). The pedagogy of things: Emerging models of experiential learning. *Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technology*, 15(1), 3.

Notes

¹ <http://www.sensei-project.eu/>



APPrender a leer y escribir: aplicaciones para el aprendizaje de la lectoescritura

Learn to read and write: app for the literacy learning

Raquel Gómez-Díaz, Araceli García-Rodríguez, José Antonio Cordon-García

Departamento de Biblioteconomía y Documentación, Facultad de Traducción y Documentación, Universidad de Salamanca, Spain
{rgomez, araceli, jcordon}@usal.es

Resumen

El aumento de las tabletas y de las aplicaciones educativas destinadas al público infantil hace necesario, además de analizar las ventajas e inconvenientes de su utilización en el aula, tener un mayor conocimiento sobre las propias aplicaciones, sus características, modelos de negocio, etc. El artículo se centra en las apps destinadas al aprendizaje de la lectoescritura, y ofrece, además de una tipología de las mismas, y una selección de algunas de ellas. Finalmente se incluye un listado de fuentes que ayudará a los maestros en la tarea de selección de las aplicaciones más adecuadas para las necesidades de los alumnos.

Abstract

Increasing tablets and educational apps aimed at kids made necessary, besides analyzing the advantages and disadvantages of their use in the classroom, have a better understanding of the applications themselves, their characteristics, business models, etc. The article focuses on the apps intended for literacy learning, and offers, along with a typology, and a selection of some of them. Finally, it includes a list of sources that will help teachers in the task of selecting the most suitable for the needs of pupils' applications.

Palabras Clave:

Aprendizaje de lectoescritura; app educativas; tabletas en el aula.

Keywords:

Learn to read; learn to write; educational app; tablets in the school.

1. Introducción

El aumento del uso de tabletas, la gran variedad de aplicaciones educativas, su uso creciente por parte de los llamados “nativos digitales” (Presnky, 2001), y su integración en el aula suponen un reto que debe hacer reflexionar a los docentes sobre las nuevas posibilidades que ofrecen en el aula y llevarles a integrar estas herramientas en su metodología diaria de trabajo.

Es evidente que la simple utilización de tabletas en el aula no aumenta la calidad educativa (Martín, Silvia, 2011), que no basta con la mera motivación de los alumnos por el uso de los dispositivos para justificar su presencia, si esta utilización no va acompañada de una integración adecuada en el proceso de aprendizaje, de una correcta selección de aquellos productos que permitan realmente alcanzar las competencias deseadas y de la formación de los docentes en el uso de dispositivos y aplicaciones. Si bien las tabletas crean nuevas oportunidades de aprendizaje, no pueden utilizarse de cualquier manera si se quiere asegurar el desarrollo de competencias (Northrop, 2013) ya que en ocasiones parece que la tecnología distrae del objetivo principal (Chiong, Ree, Takeuchi & Erickson, 2012). Tal y como afirmaba Francesco Tonucci en una entrevista realizada en 2013 en el Tiching Blog

“Las tecnologías son un gran invento pero no hay que olvidar que son un instrumento que solo vale si el que lo utiliza es bueno [...] No serán las

tecnologías las que mejoraran las escuelas, ni tampoco las leyes. Serán los buenos maestros”.

Por tanto, la actitud de los profesores y su formación es decisiva a la hora de aprovechar las ventajas tecnológicas y transformar la pedagogía. Cuanto más abiertos se muestren ante los cambios, mayor sea su capacidad de adaptación, más adecuada su competencia digital y mediática, más profundo y rápido será el cambio de cultura educativa y más efectiva será su apropiación de los nuevos recursos tecnológicos (Perspectivas 2014).

Teniendo en cuenta estas cuestiones, el artículo pretende:

- Señalar las ventajas e inconvenientes de la utilización de tabletas y aplicaciones en el aula.
- Ofrecer una clasificación de las aplicaciones de lectoescritura, así como una serie de ejemplos que permitirán a los docentes aproximarse a las aplicaciones relativas a esta competencia.
- Mostrar algunas de las características de las aplicaciones de lectoescritura.
- Enunciar algunas fuentes y recursos útiles para la selección de aplicaciones educativas.

A fin de contextualizar el tema el segundo apartado se centra en el estudio del uso de tabletas y aplicaciones en el aula, sus ventajas e inconvenientes, para pasar posteriormente a analizar las características y contenidos de las aplicaciones educativas en general y de

las de lectoescritura en particular. El artículo se completa con las conclusiones finales, las referencias bibliográficas y dos anexos: uno relativo a las fuentes y recursos sobre aplicaciones educativas (anexo 1) y otro que

recoge la descripción detallada de diferentes aplicaciones clasificadas según las categorías descritas previamente en el artículo (Anexo 2)

2. Metodología

La búsqueda de documentación se centró por un lado en la utilización de las aplicaciones de lectoescritura en los colegios y por otro en el contexto en el que se produce la formación. Una de las principales dificultades es la escasez de literatura científica sobre el tema. A pesar de realizar búsquedas bibliográficas en la base de datos especializada en educación ERIC y en la generales del CSIC, WOS y Scopus, así como en Google Scholar, Los resultados son escasos y ninguno de ellos relativo a experiencias realizadas en el contexto español. Es cierto que existe bibliografía sobre las aplicaciones educativas en general, pero no sobre las de lectoescritura en particular. Esta carencia se puede suplir con las experiencias que aparecen reflejadas en distintos blogs y portales de carácter educativo como los mencionados en el anexo 1.

En lo relativo al contexto se procedió a la consulta de diferentes informes sobre la penetración de las tabletas y las aplicaciones educativas en el mercado como Perspectivas

(2014), Metainvestigación Dim-Edu (2013-2014), el Proyecto e-book y educación. Dedos: tabletas digitales en el aula (2010-2011) o Sistema Uno de la Fundación Santillana, entre otros, que pretenden explorar las posibilidades educativas de las tabletas (<http://www.monografias.com/trabajos93/uso-tablets-educacion/uso-tablets-educacion.shtml>).

Para seleccionar las apps más adecuadas se siguieron los distintos niveles de lectoescritura (presilábico, silábico, silábico-alfabético y alfabético) definidos por Ferreiro y Teberosky (1979). Fue necesaria la consulta de distintas fuentes como son los blogs y recomendadores (Frikids, Smartappsforkids, Aplicaditos, La souris grise, Pequetablet, Literaturas Exploratorias, Bestappsforkids, Proyecto Guappis, etc.).

Finalmente se procedió a la Descarga y testeo de las aplicaciones y a la elaboración del listado de aplicaciones recomendadas.

3. El uso de tablets y aplicaciones en el aula

Según el estudio Perspectivas 2014 los entornos digitales, redes sociales, juegos educativos en red, etc. serán una realidad en las aulas en el 2020. Este informe señala que la cronología de implantación será en cuatro etapas tal y como se muestra en la *Infografía*. *Integración de los servicios digitales en el aula.*

Tal como se afirma en la investigación DIM-EDU (<http://peremarques.net/tabletasportada.htm>) sobre el uso educativo de las tabletas realizada entre 2012 y 2013, estos dispositivos cuentan con una serie de ventajas entre las que se destacan:

- Acceso a múltiples fuentes de información. Los alumnos no dependen solo del libro

LAS AULAS ESPAÑOLAS DEL SIGLO XXI: la integración de los servicios digitales

Los expertos en innovación tecnológica educativa y pedagogía prevén cómo se integrarán los servicios digitales educativos en las aulas españolas hasta el 2020.

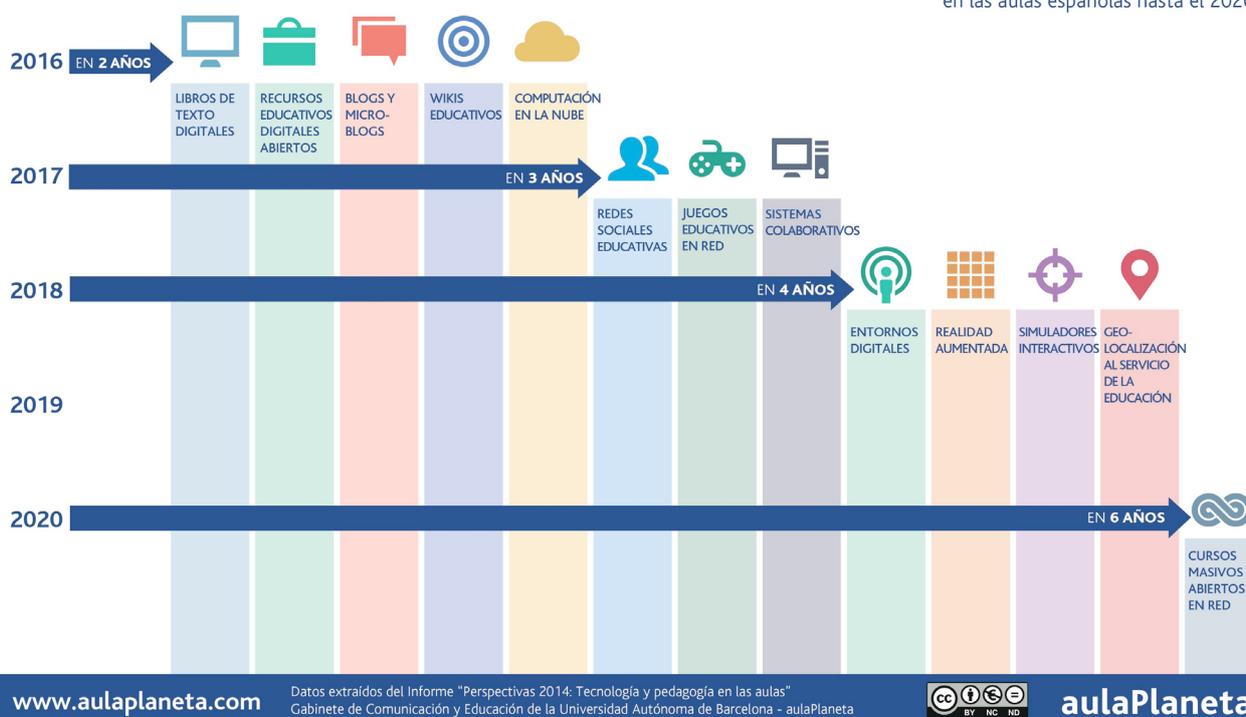


Fig. 1. Infografía. Integración de los servicios digitales en el aula.

Fuente: Perspectivas 2014: Tecnología y Pedagogía en las aulas. <http://www.aulaplaneta.com/2015/02/09/noticias-sobre-educacion/la-es-cuela-digital-sera-una-realidad-en-2018-infografia/#sthash.w4KpZavL.dpuf>

La infografía muestra que en un futuro, más o menos próximo, las tecnologías digitales estarán cada vez más presentes y eso dará lugar a una nueva forma de enseñanza-aprendizaje, más activa y participativa en la que las tabletas pueden llegar a tener un papel destacado.

de texto y de la explicación del profesor.

- Colaboración y apoyo. Los usuarios se pueden conectar con compañeros y profesores y acceder a aplicaciones y entornos colaborativos, compartir.
- Portabilidad. Su tamaño y peso facilitan su uso en cualquier entorno.
- Multifuncionalidad. En una tableta los

alumnos tienen todo lo necesario para hacer diferentes actividades.

- Aprendizaje autónomo y creatividad. Las tabletas permiten a los alumnos ser autónomos en la búsqueda de información y uso de herramientas.
- Aplicación de nuevas metodologías didácticas que permiten una enseñanza basada en el estudiante.
- Motivación e implicación. Se constata que los alumnos están más motivados cuando utilizan este tipo de dispositivos.
- Eficacia y eficiencia.
- Mejora en los aprendizajes y el rendimiento académico
- Comodidad. Los alumnos se sienten cómodos en el mundo de los dispositivos móviles de hecho, 7 de cada 10 niños menores de 12 años utilizan un dispositivo móvil; el 10% de los menores de un año, el 39% de los menores de 4 y el 50% en los niños hasta 8 años ¹.
- Difusión social de las competencias digitales. En ocasiones los padres se interesan por las tabletas y las aplicaciones al comprobar el uso que hacen de ellas sus hijos.

Por tanto, los dispositivos móviles y las aplicaciones diseñadas para ellos, pueden aportar un valor añadido en el proceso de enseñanza-aprendizaje, favoreciendo el desarrollo de determinadas destrezas y competencias al tiempo que constituyen una motivación extra para los alumnos.

Pero no se puede obviar que su uso plantea limitaciones y problemas, tanto técnicos y de

manejo como derivados de su uso pedagógico.

Según la mencionada investigación las limitaciones técnicas más destacables son:

La conexión a Internet puede ser lenta o no funcionar. Además, en algunos casos los filtros de acceso Internet del centro pueden impedir el acceso a contenidos necesarios.

- Averías en los equipos.
- Problemas con el software.
- Incompatibilidad entre dispositivos.
- Incomodidad del teclado digital.
- La necesidad de introducir una cuenta personal para poder descargar las apps

En cuanto a los problemas derivados del uso pedagógico, se pueden destacar:

- La escasez de contenidos educativos en castellano. Afortunadamente los fabricantes tecnológicos son conscientes de estas carencias y están poniendo en marcha programas para entornos educativos como es el caso de Samsung School presentada en octubre de 2014 ².
- La dependencia de la tableta, que pueden producir alteraciones en la dinámica de las clases cuando los alumnos se olvidan la tableta, se acaba la batería, no actualizan las aplicaciones, etc.
- La falta de tiempo de los profesores para buscar y desarrollar recursos.
- Distracciones con otras aplicaciones lúdicas, redes sociales, etc.

A esto hay que añadir que no todos los colegios están dotados con las infraestructuras y los presupuestos necesarios para llevar a cabo con buenas garantías la implantación de la tableta en el aula, ni todos los docentes están

preparados para ello.

Es cierto que el futuro de las tabletas en el aula no está definido todavía, pero no se puede olvidar que los niños conviven con ellas. Como señala Silvia Martín (2011) el dilema no está en ni el uso de las tabletas ni sus aplicaciones, sino en cómo se usan. Pueden ser de gran ayuda siempre que se entienda que no son un objetivo, sino el medio para conseguir un fin: la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje. Su uso no

sirve de nada si no está apoyado en buenas actividades didácticas o si el profesorado no está formado para usarlas correctamente y aprovechar todas sus potencialidades.

Finalmente es importante señalar que no todas las apps que entran dentro del grupo de las denominadas educativas lo son, por lo que un requisito fundamental es conocer sus características, funciones y valores pedagógicos (Rojas, G.; Celaya, J; Vázquez, J.A, 2014, p. 53).

4. Metodología

El aumento del uso de las tabletas ha producido el crecimiento de aplicaciones de todo tipo. Según los últimos datos disponibles las educativas gozan de un gran prestigio y una importante cuota de mercado. En el caso de Apple, ocupan el tercer lugar entre las más populares, solo por detrás de las del sector de negocios y videojuegos (marzo 2015 <http://www.statista.com/statistics/270291/popular-categories-in-the-app-store/>), y el primer puesto para las creadas para Android (abril 2015 <http://www.appbrain.com/stats/android-market-app-categories>).

Ya en abril del año 2014 el portal Universia (<http://noticias.universia.es/ciencia-nn-tt/noticia/2014/04/07/1093782/ya-existen-mas-80-000-aplicaciones-educativas.html>) estimaba que existían más de 80.000 aplicaciones educativas de todas las materias, edades, idiomas, etc. y de hecho, después del mundo de los videojuegos, la educación es el

sector con el mayor número de aplicaciones móviles, una cifra que sin duda alguna seguirá en aumento.

Si nos circunscribimos a los usuarios infantiles, según los datos del Instituto Nacional de Estadística ³, en 3 de cada 10 hogares los niños utilizan la tableta (la mayoría tiene de 7 a 12 años) lo que supone aproximadamente el 77% de los hogares con niños. Además, tal como se afirma en el último estudio sobre *Menores de Edad y Conectividad Móvil en España* (2014), el acceso a las TIC se produce a edades cada vez más tempranas; ya desde los 2-3 años acceden de forma habitual a los dispositivos de sus padres y manejan diferentes aplicaciones para pintar o colorear, ver series de televisión, vídeos y fotografías, etc.

Estos mismos datos vienen confirmados por el último *Informe Tab* (2014), según el cual aunque las aplicaciones más populares en las

familias con hijos siguen siendo los juegos, las educativas representan el 36% de todas las descargadas en España y son cada vez más los profesores y alumnos que las utilizan para hacer todo tipo de tareas, tanto en el aula como en el hogar.

La importancia que están cobrando las apps educativas viene corroborada por la creación de secciones específicas en por parte de de Apple y Google.

Apple ha hecho una apuesta importante por el uso del iPad creando una división específica para educación (<https://www.apple.com/es/education/>) y las aplicaciones educativas, que suponen el 80% (75.000 productos incluyendo materiales para alumnos y profesores) de todas las desarrolladas para este sistema.

Google también cuenta con una extensión educativa de Play Store (<https://www.google.com/edu/index.html>) para profesores de primaria y secundaria en Estados Unidos. De momento no existe la posibilidad de crear cuentas específicas para estudiantes y profesores ni permite a los desarrolladores que venden en Play Store establecer funcionalidades y precios distintos a los que se ofrecen en el marketplace.

Conviene hacer hincapié en que para el mundo educativo el sistema operativo preferido por los usuarios como por los profesionales es iOS por la calidad de sus productos, aunque cada vez es más habitual que los desarrolladores lancen versiones de las mismas aplicaciones también en Android. En muchos casos, aunque se trate de la misma aplicación, esta puede tener características e incluso precios

diferentes en función del sistema operativo para el que haya sido diseñada.

En lo relativo a la adquisición, a diferencia de otras categorías de aplicaciones, en muchas ocasiones gratuitas, son relativamente pocas las aplicaciones educativas que se pueden adquirir sin coste. Existen varias opciones, en muchos casos combinables, entre los que podemos destacar ⁴:

- Versión gratuita. Con acceso ilimitado a todos los contenidos.
- Versión gratuita/ lite. Este modelo consiste en ofrecer algún producto o contenido de manera gratuita mientras que para tener acceso a otra parte de los contenidos hay que descargarse la versión de pago.
- Versión gratuita con publicidad. No es una modalidad recomendada para niños y menos aún para el uso en el aula.
- Versión gratuita con compras integradas (in app purchase). La descarga de la app suele ser gratuita o con un precio bastante asequible. Los primeros contenidos, juegos, niveles, etc., van incluidos con la descarga y una vez utilizados el usuario puede pagar por el resto a través de micropagos.
- Versión de pago. En la mayoría de los casos permiten el acceso total a todos los contenidos, pero podemos encontrarnos con algunos ejemplos en los que se incluyen también compras integradas.
- Suscripción. El modelo de suscripción no es habitual en este tipo de app aunque hay algunos ejemplos en el caso de juegos

educativos.

- Bundles o paquetes de aplicaciones, normalmente con el mismo tipo de contenidos.
- Compras especiales para centros educativos. Es el caso de Apple que dispone del programa PCV, Compras por Volumen en el Sector Educativo. A través de él es posible comprar apps a menor precio. Los desarrolladores pueden activar precios especiales dentro del programa y los centros recibir un descuentos del 50% cuando compran 20 o más unidades.

Con el PCV los centros educativos tienen la propiedad y el control del contenido a través de soluciones de gestión de dispositivos móviles (MDM) ⁵ o mediante códigos canjeables y los usuarios pueden disfrutar del acceso inalámbrico a las apps (https://www.apple.com/es/education/docs/VPP_Education_Guide_ABC_Aug14.pdf)

Por lo que se refiere a las etapas educativas según el estudio *iLearn II Analisis of Education Category of Apple's App Store* (Shuler, 2012) el número de aplicaciones destinadas a la etapa pre-escolar, entre 0

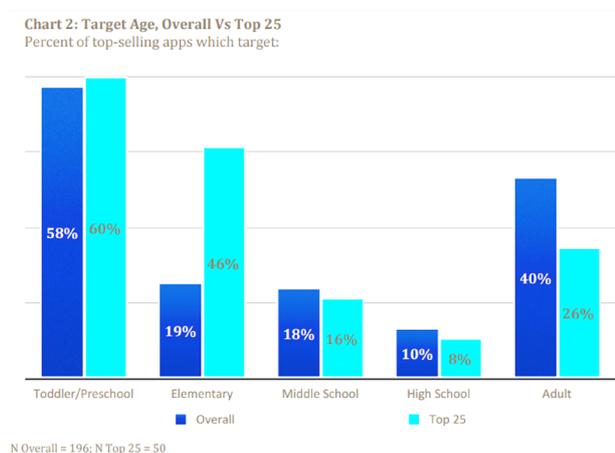


Fig. 2. Aplicaciones por nivel escolar en Apps Store. Fuente: (Shuler, 2012)

y 5 años es el más elevado, seguido de las destinados a la educación infantil y primaria y en tercer lugar la secundaria.

En lo relativo a los contenidos, existen productos para prácticamente cualquier tarea, por lo que es importante tener una idea clara de su clasificación.

Para ello, se pueden elegir criterios como la etapa educativa, los destinatarios (alumnos,

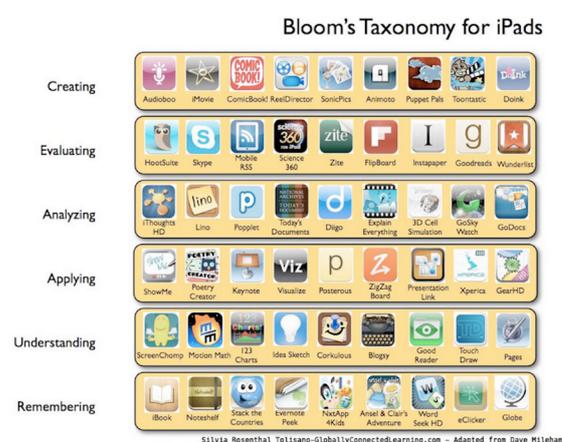


Fig. 3. Taxonomía Bloom de aplicaciones para iPad. Fuente: <http://www.educacontic.es/blog/pon-una-app-en-tu-vida-educativa>



Fig. 4. Taxonomía Bloom de aplicaciones para Android. Fuente: <http://www.educacontic.es/blog/pon-una-app-en-tu-vida-educativa>

profesores, padres) o seguir la taxonomía de Bloom en la que se tiene en cuenta el tipo de competencias.

Sin embargo, aceptando la utilidad de esta taxonomía, se propone una clasificación

basada en las materias troncales establecidas por la LOMCE para primaria y secundaria, siempre teniendo en cuenta que una app de la misma materia puede ser utilizada para trabajar diferentes competencias y que también existen productos para el resto de materias específicas, religión, educación física, educación plástica y visual, música, etc.

Dentro de esta variedad de contenidos, tal como afirman Guillem y Celaya (2014) existen dos tendencias fundamentales en las

de aprendizaje a través de la cual se van adquiriendo habilidades y competencias esenciales. Jugar predispone al niño para aprender porque es una actividad placentera, sorprendente, incluso imprevisible, en la que tiene que participar activamente y que aumenta su motivación, siempre que tengamos en cuenta que la gamificación no es sinónimo de juego y que una app que sea un juego no es lo mismo que una app educativa en la que uno de sus recursos principales sea

TIPO	CATEGORÍAS
Instrumentales⁶	Calendarios, notas, calculadora, diccionario, evaluación, mapas, atlas, creación de vídeos...
Lengua castellana y literatura	Lectoescritura, ortografía, libros app, vocabularios, gramática, géneros literarios, <i>storytelling</i> , aplicaciones de lectura...
Matemáticas	Cálculo, algebra, geometría, resolución de problemas...
Ciencias sociales	Historia, arte, civilizaciones, geografía física, geografía política, económica, demográfica.
Ciencias de la naturaleza	Ciencias naturales, biología, física y química, astronomía, anatomía, geología, etc.
Lengua extranjera	Vocabularios, aprendizaje de un idioma, gramática, diccionarios, fonética, libros en lenguas extranjeras...

Tabla 1 Tipos de aplicaciones educativas en función de la materia.
Fuente: elaboración propia.

metodologías: gamificación y personalización. La gamificación hace referencia a la inclusión de mecánicas de juego en aspectos y contextos que no tienen que ver con el juego. El juego es una metodología natural, una herramienta

la gamificación (Guillem, Celaya, 2014).

La personalización pretende que el niño se convierta en un elemento activo, que tenga la posibilidad de elegir entre tipos de letras, idiomas, nivel de dificultad, perfiles, etc.

5. Apps para el aprendizaje de la lectoescritura

El aprendizaje de la lectoescritura es uno de los más trascendentales en el desarrollo de un niño y enseñar a leer y escribir uno de los retos más importantes de todas las escuelas. No podemos olvidar que es una habilidad que está vinculada a la adquisición de otros aprendizajes y relacionada con el desarrollo madurativo del niño. Para ello, los maestros cuentan actualmente con recursos de todo tipo entre los cuales están empezando a destacar las aplicaciones para tabletas.

En los últimos años han ido apareciendo gran cantidad de aplicaciones de este tipo con las que los niños pueden aprender a leer y escribir de forma sencilla, divertida e interactiva, a desarrollar habilidades cognitivas y de comunicación, adquirir vocabularios, ejercitar la memoria, etc. permitiendo a los más pequeños iniciarse en la lectura y potenciar el

proceso de comprensión lectora de una forma lúdica.

Conviene sin embargo no olvidar que hay que comprobar que los contenidos están adaptados a la capacidad y edad madurativa del niño y que el adulto debe acompañar el proceso de aprendizaje, ayudar con las posibles dificultades y corregir errores. La tableta puede sustituir a la antigua cartilla o al cuaderno de caligrafía, pero no al maestro que enseña, corrige y anima al niño en el aprendizaje.

Dentro de las aplicaciones de lectoescritura podemos encontrarnos con algunas diseñadas específicamente para este cometido, pero también con otras que sin estar pensadas inicialmente para ello, pueden ser utilizadas con este fin. La siguiente figura muestra una posible clasificación.

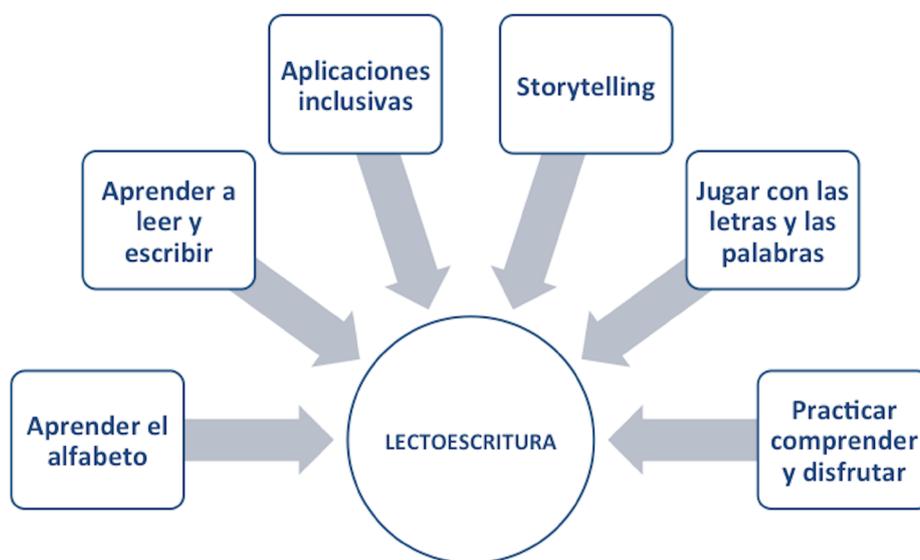


Fig. 5. Clasificación de las aplicaciones de lectoescritura.
Fuente: elaboración propia.

5.1. Aprender el alfabeto

Este tipo de aplicación son las más básicas y están dirigidas al conocimiento del alfabético, su fonética, e incluso la grafía, por parte de los más pequeños.

La mayoría están desarrolladas siguiendo la metodología Montessori, según la cual los niños necesitan relacionar cada letra con su fonema para aprender a leer, incluyen

ilustraciones de animales u objetos sencillos y reconocibles y en ellas la gamificación y las recompensas juegan un papel esencial.

En esta categoría se recomiendan: Drawanimal, ABCKit, Dic Dic, Aprende a leer, MiniU Alfabeto Zoo, Aprende el alfabeto jugando y el Abecedario (Ver Anexo 2).

5.2. Aprender a leer y escribir

Se incluyen en este caso aquellas aplicaciones centradas en dos tipos de aprendizajes.

- Letras, sílabas y composición de palabras.

Están pensadas para niños que ya conocen el alfabeto y comienzan a deletrear, silabear y formar palabras, distinguir entre vocales y consonantes o identificar las letras al verlas escritas o escucharlas.

- La grafomotricidad (movimiento gráfico realizado con la mano al escribir) el reconocimiento de la grafía de las letras.

Lo habitual es que en ellas se explique

cómo realizar un determinado trazo con distintas tipologías de letras y que se combinen los ejercicios de escritura.

En muchas aplicaciones de este tipo se trabajan indistintamente los dos aprendizajes, destacamos ABCKit for 5, Freefall, Spelling Spanish, Alfabeto y palabras, Ludiletras, ABC Spanish Reading Magic, Yo escribo (lite) o su versión de pago Comenzando a escribir, El Sonido de las Letras y Dibuja el abecedario.

5.3. Aplicaciones inclusivas

La educación inclusiva es aquella que defiende que la escuela debe hacer frente a todas las necesidades de los alumnos independientemente de sus características y circunstancias, y por lo tanto incorporar en las aulas alumnos con discapacidad.

Siguiendo esta idea las apps inclusivas serían

aquellas que nos permiten adaptar la lectura o el aprendizaje a las capacidades lectoras de cada niño y son especialmente útiles para niños con dificultades cognitivas, dislexia, autismo, dificultades de visión, TGD (Trastorno Generalizado del Desarrollo) o cualquier otra necesidad especial.

En realidad todas las aplicaciones que nos permiten adaptar y personalizar los contenidos podrían incluirse en esta categoría, pero además en este caso, los desarrollos se caracterizan por no enfatizar los errores, resaltar los aciertos y proponer objetos y sonidos cotidianos y reconocibles. Entre ellas estarían las dirigidas a la enseñanza de la lectura y la escritura, pero también cuentos y otras historias cuyos protagonistas son niños con las mismas dificultades como, por ejemplo, Piruletras o las Letras y yo.

5.4. Storytelling

Este término hace referencia a las aplicaciones que permiten la creación de cuentos personalizados, aunque no sean necesariamente educativas. La utilización de este tipo de desarrollos les permitirá practicar la escritura, la gramática, la ortografía y por supuesto la creatividad, entre las que se encuentran Catapum, o CreaAPPcuentos.

5.5. Jugar con las letras y las palabras

En este apartado se incluyen aquellas que sin estar pensadas para el aprendizaje pueden ayudar a profundizar y afianzar la lectura y la escritura. Hemos de señalar no obstante que la mayoría de las aplicaciones educativas de lectoescritura incluyen el juego como parte integrante de su metodología para aumentar la motivación del alumno. Como ejemplo de esta categoría estarían los crucigramas, sopas de letras, el ahorcado...

5.6. Practicar, comprender y disfrutar

La lectura no termina con la decodificación de las palabras y por lo tanto su enseñanza no concluye con el dominio del código alfabético. Los aspectos relacionados con la comprensión lectora deben seguir trabajándose durante toda la etapa escolar, por lo que se deben incorporar también todas aquellas aplicaciones de lectura que pueden servir no solo para el aprendizaje, sino también para practicar, para trabajar la comprensión lectora y por supuesto para disfrutar. Son demasiadas las que habría que incluir en este apartado, Play Tales, Joy Tales, Auca, Mis cuentitos... Sus especificaciones requieren un estudio pormenorizado que será objeto de un próximo trabajo sobre el tema.



6. Conclusión

Como afirma Marchesi (2009) el desafío acelerado de la sociedad de la información está suponiendo retos, impensables hace unos años, para la educación y el aprendizaje. Tal vez lo más relevante sea que nos encontramos con una nueva generación de aprendices que no han tenido que acceder a las nuevas tecnologías, sino que han nacido con ellas y que se enfrentan al conocimiento desde postulados diferentes a los del pasado. Ello supone un desafío enorme para los profesores, la mayoría de ellos inmigrantes digitales, para las escuelas, para los responsables educativos y para los gestores de las políticas públicas relacionadas con la innovación, la tecnología, la ciencia y la educación.

Las tabletas y las aplicaciones cada vez estarán más presentes en la vida cotidiana de los niños incluyendo las aulas. Por ello es imprescindible que los docentes mantengan una actitud abierta ante la utilización de estas herramientas y especialmente formarse

en su uso para poder desarrollar actividades didácticas adecuadas.

Conocer dispositivos, productos, recursos para la selección, contenidos, etc. es fundamental para poder aprovechar al máximo las potencialidades de la tecnología. Y todo ello sin olvidarnos nunca de que una tableta puede sustituir a un libro o un cuaderno pero jamás a un MAESTRO, que es el que enseña, corrige y anima al niño en el proceso de de aprendizaje.

En realidad, el uso de las tabletas en el aula es un tema sobre el que hay opiniones enfrentadas, mientras que, como ya hemos visto, cada vez son más las experiencias que parecen avalar su uso como herramienta útil en el contexto escolar, otras alertan de su excesivo protagonismo (Chatzlopoulos, 2013) mientras algunas consideran que falta mucho para llegar a demostrar los beneficios pedagógicos de las tecnologías (Livingston, 2011).

7. Referencias

- Chatzlopoulos. N. (2013). *iPads in the classroom: the right questions you should ask*. Eudemic. *Connecting Education & Technology*. <http://www.edudemic.com/ipads-in-the-classroom-the-right-questions-you-should-ask/>
- Chiong, C.; Ree, J.; Takeuchi, L; Erickson, I. (2012). *Print books vs. e-books: Comparing parent-child co-reading on print, basic, and enhanced e-book platforms*. The Joan Ganz Cooney Center http://www.joanganzcooneycenter.org/wp-content/uploads/2012/07/jgcc_ebooks_quickreport.pdf

- Guillem, J. A.; Celaya, J. (2014). *Apps educativas: nuevas formas de acceso al conocimiento*. Madrid, Dosdoce.
- Ferrero, E.; Teberosky, A. (1979). *Los sistemas de escritura en el desarrollo del niño*. México; Siglo XXI.
- Informe Tab: estudio sobre el comportamiento de los usuarios de Tablet en España* (2013). Logroño: Universidad Internacional de La Rioja. Disponible en: <http://www.tabinnovation.com/informetab/>
- Livingston, S. (2011) Critical reflections on the benefits of ICT in education. *Oxford Review of Education*, 38(1), 9-24. <http://dx.doi.org/10.1080/03054985.2011.577938>
- Marchesi, A. Preámbulo. En Carneiro, R., Toscano, J. C., & Díaz, T. (2009). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Fundación Santillana. España.
- Martín, S. (2011). *La escuela 2.0. Panorama Actual de la situación del Programa*. X Seminario de del Para el X seminario del Consejo Escolar de Castilla y León. Red XXI: una puerta hacia la educación del futuro. Disponible en: <http://scopeo.usal.es/ponencias-comunicaciones/#sthash.Z9esUESt.dpuf>.
- Menores de Edad y Conectividad Móvil en España: Tablets y Smartphones* (2014). Centro de Seguridad en Internet para los Menores en España, PROTEGELES. Disponible en: http://www.diainternetsegura.es/descargas/estudio_movil_smartphones_tablets_v2c.pdf.
- Metainvestigación Dim-Edu 2013-2014 sobre el uso educativo de las tabletas digitales*. Portal de las tabletas digitales y los libros de texto digitales. Disponible en: <http://peremarques.net/tabletasportada.htm>
- Northrop, L.; Killen, E. (2013). A framework for using iPads to build early literacy skills. *The Reading Teacher*, 66(7), 531-537. <http://dx.doi.org/10.1002/TRTR.1155>
- Nuevos modelos de negocio en la era digital*. Dosdoce.com con el patrocinio de CEDRO con motivo del lanzamiento de su plataforma Conlicencia.com. 2014. Madrid. Disponible en: http://www.dosdoce.com/upload/ficheros/noticias/201502/nuevos_modelos_negocio.pdf.
- Perspectivas 2014: Tecnología y Pedagogía* (2014). Barcelona: Planeta. Disponible en: http://www.aulaplaneta.com/descargas/aulaPlaneta_Perspectivas-2014.pdf.
- Prensky, M. (2001). *Nativos digitales, inmigrantes digitales. On the horizon*, 9 (5). <http://files.educunab.webnode.cl/200000062-5aba35bb22/Nativos-digitales-partel.pdf> <http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424816>
- Proyecto e-book y educación. Dedos: tabletas*

digitales en el aula. CITA. Fundación Germán Sánchez Ruipérez. <http://www.territorioebook.com/includes/descarga.php?id=../recursos>

Shuler, C. (2012) *iLearn II Analisis of Education Category of Apple's App Store* New York; Joan Ganz Center and Sesame Workshop. Disponible en <http://www.joanganzcooneycenter.org/wp-content/uploads/2012/01/ilearnii.pdf>

Tonucci: “El alimento de la escuela debería ser la experiencia de los niños”. *Tiching: el blog de educación y TIC*. [12-09-2013]. <http://blog.tiching.com/francesco-tonucci-el-alimento-de-la-escuela-deberia-ser-la-experiencia-de-los-ninos/>

8. Anexos

8.1. Fuentes y recursos sobre aplicaciones educativas

FUENTES Y RECURSOS SOBRE APLICACIONES EDUCATIVAS	
Androides en el aula	https://android1x1.wordpress.com
A list of All The Best iPad Apps Teachers Need	http://www.educatorstechnology.com/2012/12/a-list-of-all-best-ipad-apps-teachers.html?m=1
Appitic. App list for education	http://www.appitic.com/index.php/bloom-s/apps-for-bloom-s-taxonomy
Aprendemos con el iPad	http://ipadinfantilausias.blogspot.com.es/
Apps educativas para Android	http://www.scoop.it/t/apps-educativas-android
Dedos. Tabletas digitales en el aula	http://www.citafgsr.org/educacion/dedos/
Edtechtteacher	http://edtechtteacher.org/apps/
Eduapps	http://www.eduapps.es
Edutables	http://www.edutables.org/ https://www.pinterest.com/edutables/
Funeducationalapps	http://www.funeducationalapps.com/

Guía apps Educación 3.0	App de iOS (1,99 euros) realizada por la revista Educación 3.0
Innevery Crea	http://ineverycrea.net/comunidad/ineverycrea
Infantil apps	https://sites.google.com/a/genmagic.net/infantilapps/especial-tablets
Ipadízate	http://www.ipadizate.es/
iPad Multimedia Tools for creativity	https://sites.google.com/site/ipadmultimediatools/home
Las mejores aplicaciones educativas en Android	http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/software/software-educativo/1070-las-mejores-aplicaciones-educativas-para-android?_c=XXrC1bmRgIRTE58H69sQ0T7JKKuBrZY0yAaLBuy2mDA
Proyecto Guappis	http://proyctoguappis.blogspot.com.es/
Steve Jobs School	http://stevejobsschool.nl/#intro
Las Tablet as en educación	http://peremarques.net/tabletasportada.htm

Anexo 1. Fuentes y recursos sobre aplicaciones educativas

8.2. Aplicaciones por categorías

	Nombre	Logo	Sistema operativo	Idiomas	Precio	Edad	Descripción
Aprendizaje del alfabeto	Drawanimal			Español, inglés, francés y alemán	1.99 €	Hasta 5 años	Aplicación destinada a aprender el abecedario y relacionar la grafía y el sonido dibujando y jugando con los animales. Su originalidad radica en que es el niño el que tiene que dibujar sobre un papel el animal que empiece por la inicial correspondiente, utilizando tanto la tablet como un lápiz digital y un objeto físico como el papel.
	ABCKit			Español, catalán e inglés	1.99 € Compras integradas	Hasta 5 años	En esta aplicación se utilizan tres tipos de ejercicios: Conoce que consiste en identificar el sonido de las letras con una imagen familiar; escucha en el que se oye la fonética de cada grafía y escribe, en el que los niños escriben con un trazo guiado tanto en mayúsculas como en minúsculas. legida en el 2011 como la tercera mejor aplicación para iPad por App Store España, tercera mejor app para iPad en el Rewind 2011 en España, Laus de Oro a la mejor app en la categoría de móviles tablets en el 2012.
	Dic Dic			Español, catalán francés e inglés	2.99 €	3-6 años	Aplicación sencilla y muy intuitiva en la que la voz de un niño, que cambia en cada lengua, pronuncia una palabra acompañadas de una imagen representativa que el usuario tiene que escribir correctamente. El tratamiento de los errores está especialmente cuidado para que los niños no tengan miedo a equivocarse y va acompañada de una serie de recompensas que permiten conseguir un juego extra cuando se llega a un número determinado de aciertos. Se puede personalizar el nivel de dificultad, la lengua y determinar el uso de pistas. La

	Nombre	Logo	Sistema operativo	Idiomas	Precio	Edad	Descripción
							escritura se realiza a través del teclado del dispositivo.
	Aprende a leer			Español, alemán, chino, francés, inglés, japonés, portugués y ruso	Android 0,70 € iOS versión lite gratuita y versión de pago 0,99 €	Hasta 5 años	Aprende a leer está pensada para que el niño pueda utilizarla de forma autónoma a través de dos niveles de juego. El nivel 1 está dirigido a niños que todavía no conocen las letras. En él pueden componer palabras escuchando el nombre de cada letra con la ayuda de pistas tanto visuales como sonoras. El nivel 2 tiene una mayor dificultad está destinado a niños que ya conocen las letras y deben componer cada palabra solo con pistas sonoras en el orden correcto de izquierda a derecha. En el apartado de adultos es posible compartir y valorar la aplicación en Twitter o por correo electrónico. Para poder utilizarla es necesaria la conexión a Internet.
	Mini-U. Alfabeto Zoo			Español, francés e inglés	2,99 €	Hasta 5 años	Mini-U es una app para el aprendizaje de las letras mediante la asociación de estas con diferentes animales. Está formada por 52 tarjetas y en cada una de las pantallas hay que hacer una actividad con una animal diferente que representa la letra. Cuenta con dos modalidades: estudio, en el que la letra aparece en la pantalla junto a la imagen de un animal que empiece con ella, y acertijo en la que el niño debe elegir la letra por la que empiece el animal representado. En el apartado de adultos se puede activar o desactivar la música y la voz. No es posible cambiar el idioma dentro de app, cada uno se adquiere por separado.
	Aprende el alfabeto jugando			Español, alemán, francés, inglés, italiano y neerlandés	1,99 € Compras integradas	Hasta 5 años	La aplicación está formada por un conjunto de 6 juegos diferentes: escucha la pronunciación, encuentra la letra anterior y la siguiente, encuentra las dos letras siguientes, encuentra las dos letras anteriores, coloca las letras en el orden correcto (de la A a la Z) y coloca las letras en el orden inverso. Disponible en bundle con Mis primeros puzzles: el alfabeto, Dibuja el abecedario, el ahorcado HD y My first words por 4,99 €.
	El abecedario			Español	Gratuita en Android, 0,99 € para iOS	Hasta 5 años	Aplicación basada en el juego formada por varios módulos: Aprender en el que una guacamaya va mostrando las letras del abecedario para que el niño las conozca y las memorice. Jugar en donde el mismo personaje menciona una letra y el niño debe escoger entre varias opciones. Vocabulario, un carrusel en 3D con 27 tarjetas interactivas formadas por palabras y su pronunciación, aunque existe la posibilidad de eliminar el audio. Escribir en el que el niño puede seleccionar una letra para comprobar su grafía y su fonética en una pizarra tradicional.
Aprender a leer y escribir	ABCKIT for 5			Español e inglés	2,99 €	6-8 años	Desarrollada por Arquinauta y basada en el sistema de aprendizaje Montessori, los niños aprenden a identificar los fonemas de cada letra con su grafía, componer y deletrear fonéticamente palabras, escribir a partir de fonemas y desarrollar la psicomotricidad. Incluye cuatro tipos de actividades: Empareja. Se identifican las letras de forma sonora y visual para componer palabras. Ordena. Formar palabras según se van deletreando cada uno de los fonemas que lo componen. Completa. Jugar a formar una palabra simplemente escuchándola Escribe. Los niños escriben una palabra a partir de cada una de las letras que la componen. Disponible en Bundle con ABCKit por 3,99 €.

Nombre	Logo	Sistema operativo	Idiomas	Precio	Edad	Descripción
Freefall Spelling Spanish			Español e inglés	1,79 €	5-6 años	<p>En esta aplicación se incluyen tres modos:</p> <p>Freefall: las letras caen por la pantalla a modo de cascada y el niño tiene que atraparlas y ordenarlas de forma correcta.</p> <p>Tipo: es necesario buscar en el teclado virtual las letras que componen las palabras.</p> <p>Reparto: El objetivo es arrastrar las letras, diseminadas por el centro de la pantalla, y formar la palabra en las casillas dispuestas en la parte inferior.</p> <p>Los juegos incluyen varios ritmos y niveles de juego, se puede activar y desactivar aquellas secciones que no utilizamos y dispone de un apartado de recompensas con el que podemos jugar dando de comer a los animales que hayamos ganados.</p> <p>Las palabras se acompañan de una pista visual y un audio que nos permite escuchar ese término tanto en español como en inglés.</p>
Alfabeto y palabras			Español	Versión lite gratuita. Versión de pago 2,99 € Compras integradas	3-5 años	<p>Aplicación que divide el aprendizaje de la lectoescritura en tres tipos de juegos con diferentes niveles de dificultad.</p> <p>El juego de las Letras está protagonizado por unos ositos polares cuya misión es el aprendizaje de las letras mayúsculas y minúsculas, como se escriben y se pronuncian, asociándolas a palabras comunes y con tres niveles de juego.</p> <p>El juego de las sílabas está guiado por unos pingüinos encargados de enseñarte las sílabas uniendo las vocales y las consonantes. Todos los ejercicios van acompañados de tiempo y la posibilidad de dos jugadores.</p> <p>En el juego de las palabras unas focas ayudan al niño a aprender a colocar las letras en el orden correcto y a deletrearlas.</p> <p>Dispone de una Zona de padres a través de la cual se puede comprobar el progreso del niño pero es necesario descargarlo previamente.</p> <p>Esta app forma parte del programa Aprendes, un programa educativo para niños en edad preescolar diseñado para dispositivos táctiles y basado en el juego (http://www.ilearnwith.com/?lang=es).</p>
Ludiletras			Español	1,99 €	3-6 años	<p>Ludiletras es una app de lectoescritura desarrollada por los pedagogos del Colegio Montserrat de Barcelona y la editorial Tekman Books, cuyo objetivo es el aprendizaje de la lectura y la escritura.</p> <p>Es una aplicación que, como el resto, utiliza el juego como herramienta para el aprendizaje. En este caso cada letra se asocia a un gesto y a una palabra facilitando que identifiquen el número de letras que tiene una palabra pasando de forma natural de la fase silábica a la alfabética.</p> <p>El abecedario, para aprender que gesto corresponde a cada fonema.</p> <p>Palabras y gestos. En este caso se trabaja la lectura y el reconocimiento de la grafía de modo que el niño tiene que seleccionar la letra y la palabra representadas por ese gesto.</p> <p>Gesto con palabra. El niño tiene que identificar que gesto es y escribir la palabra asociada a él arrastrando las letras.</p> <p>Incluye tres niveles de juego.</p> <p>También incluye la escritura de letras y palabras mediante la letra escolar y cuenta con una serie de personajes que van acompañando al niño durante todo el proceso.</p>
ABC Spanish Reading Magic			Español e inglés	Gratuita	4-6 años	<p>Está estructurada en tres tipos de actividades para aprender las letras atendiendo a su fonética.</p> <p><i>Juntar sonidos</i>, formada por varias casillas vacías una principal en la parte superior, tras la cual se esconde la imagen protagonista, y otras más pequeñas que corresponden a los sonidos que componen la palabra que debemos adivinar.</p>

	Nombre	Logo	Sistema operativo	Idiomas	Precio	Edad	Descripción
							<p><i>Separar sonidos</i>: sigue el mismo sistema pero en este caso la imagen aparece a la vista y el niño tiene que segmentar los sonidos individuales y emitirlos después.</p> <p><i>Lectura</i>: en este caso la imagen está oculta y aparece la representación gráfica de la palabra que el niño debe leer. Para comprobar si su lectura es correcta, debe descubrir la imagen que está detrás de la casilla vacía.</p> <p>Los tres modos de juego cuentan con una función de audio que segmenta los sonidos y verbaliza la palabra protagonista y se puede elegir el número de letras por palabra.</p>
	Yo escribo (lite) Comenzando a escribir (de pago)			Español, inglés	Versión lite gratuita. Versión completa 1,99 €		<p>Yo escribo tiene como objetivo iniciar a los niños en la escritura formal. En ella, cada una de las vocales se acompaña de su sonido y una ilustración para que relacionen cada sonido con una letra y cada letra con un objeto. Además pueden practicar escribiendo las vocales tanto en letra de imprenta como manuscrita en diferentes colores, imprimir, enviar y guardar.</p> <p>Ofrece también la posibilidad de aprender las palabras que comienzan con la misma vocal en inglés.</p>
	El sonido de las letras			Español, francés, inglés e italiano	4,99 €	3-7	<p>Esta app basada en la metodología Montessori, incluye algunas actividades en las que el niño tiene que reconocer la grafía de una letra con un sonido o con el de una palabra que contenga esa letra. Incluye una locución que va guiando al usuario en el manejo de cada uno de los apartados y es posible personalizar el cuaderno con una foto y el nombre. Está formada por cuatro secciones:</p> <p>La caja de los sonidos para la primera etapa en la que el niño identifica los sonidos con las palabras.</p> <p>La caja de las letras para la segunda en la que memoriza el sonido y el trazo de cada letra en cursiva.</p> <p>Imágenes y letras que le permite asociar las letras y los sonidos.</p> <p>El dictado mudo para formar palabras simples con un alfabeto móvil.</p> <p>También disponible en dos bundles, Montessori Box (8 app) por 14,99 € y Montessori 3-6 años (3 app) por 6,99 €.</p>
	Dibuja el abecedario			Español, alemán, francés, inglés e italiano	Versión lite gratuita. Versión completa 1,99 € Compras integradas	4-6 años	<p>Esta app pretende que los niños aprendan a descubrir cómo se dibujan las letras y practicar copiando los dibujos. La aplicación va indicando al usuario los errores y ofrece recompensas en caso de acierto.</p> <p>En cada pantalla aparece una letra y los niños deberán usar las líneas que le guían el trazo para dibujarla igual.</p> <p>Disponible el bundle "Paquete del alfabeto para niños", junto con otras 4 apps por 4,99.</p>
Inclusivas	Piruletras			Español e inglés	Versión lite gratuita. Desbloqueo 0,99 €		<p>Aplicación dirigida a niños con dislexia, está basada en los errores de lectura y escritura habituales y en la aplicación del juegos con cinco niveles de dificultad, inicial, fácil, medio, difícil y diferentes tipos de ejercicios en función de la frecuencia de las palabras, longitud, complejidad morfológica y similitud con otras palabras.</p> <p>Cada nivel incluye seis tipos de ejercicios con gráficos de la evolución del aprendizaje por parte de cada niño.</p> <p>Inserción: se muestra una palabra con una letra en blanco, y el usuario debe escoger la correcta.</p> <p>Omisión: la palabra en pantalla contiene una letra de más que se debe eliminar.</p> <p>Sustitución: se muestra una palabra con una letra errónea, que se debe identificar y sustituir por la correcta.</p> <p>Derivación: se muestran una serie de terminaciones de palabra y el niño debe escoger qué sufijo es correcto.</p> <p>Separación: se muestran varias palabras juntas, y el usuario debe identificar por dónde se separan correctamente.</p>

	Nombre	Logo	Sistema operativo	Idiomas	Precio	Edad	Descripción
							Transposición: se muestran las sílabas o las letras de una palabra desordenadas, y el usuario debe ordenarlas correctamente.
	Las letras y yo			Español, catalán, euskera, gallego, inglés y francés	1,99 €	5-8 años	Las letras y yo es en realidad un cuento ilustrado para entender que es la dislexia en el que una niña, pese a su esfuerzo, no aprende las letras como sus compañeros. Lo que pretende la historia es ayudar a otros niños que se encuentren en situaciones similares. La adquisición de cada idioma es independiente.
Stroytelling	Catapum			Español, alemán, catalán, chino, euskera, francés, gallego, inglés, italiano y ruso	Gratuita Compras integradas de cuentos 0,99 €		La aplicación de Ediciones Lola Pirindola permite crear tus propias historias, cambiando el tono de piel de los personajes, los textos, el tipo de letra, las ilustraciones, personalizar con la foto y nombre del protagonista, etc. Los temas de los cuentos son variados y se adaptan a la vida cotidiana de los niños y a las historias de los cuentos populares que se pueden cambiar de idioma en la propia aplicación.
	CreAPPcuentos				Gratuita Compras integradas de stickers 1,99 €		CreAPPcuentos es una aplicación gratuita que permite la creación de historias a partir de stickers de diferentes temas con personajes y objetos diferentes, añadir audio, textos en diferentes tipos y tamaños. Permite incluir música, personalizar la narración con la voz del usuario, incluir textos con diferentes tipos de letras, realizar videos con los cuentos y compartirlo etc. La aplicación gratuita lleva incorporado stickers, piratas en el caso de la versión para iOS y Capercucita en el caso de Android.
Jugar con letras y palabras	El ahorcado HD			Español, inglés, alemán, francés e italiano	1,99 €	6-8 años	Otra versión del conocido juego que incluye 450 palabras y 5 categorías diferentes: El Oeste, Cuerpo humano y Vestimenta, Animales, Frutas y Verduras y varios. Disponible en el bundle "El alfabeto para niños" por 4, 99 €.
	Happi escribe			Español, alemán, danés, noruego, inglés, italiano, portugués y sueco	1,99 €	6-8 años	Happi escribe es un juego de crucigramas que incluye 60 diferentes divididos en 5 niveles (12 en cada nivel). Cada crucigrama consiste en 4-7 palabras en trenza. El objetivo del juego es arrastrar las fichas a su lugar indicado en la trenza con el menor número de errores posibles. El juego permite cambiar utilizar letras mayúsculas o minúsculas y el idioma e incluye imágenes y fondos en color.
	Dominó			Español, alemán, francés e inglés	Gratuita para iOS, 0,99 € para Android	Desde 6 años	Esta aplicación, diseñada por un logopeda, está destinada a trabajar el vocabulario, la lectura y las sílabas. El objetivo fundamental es formar palabras con las sílabas propuestas que en cada juego pertenecen a una categoría diferente. Dispone de tres niveles de dificultad con más de 600 palabras en la versión completa y 28 categorías.
	Pop ABC			Inglés	,99 €	3-10 años	Entretenido juego en el que las protagonistas son las letras del alfabeto para niños entre 3 y 10 con diferentes niveles de dificultad. El objetivo, mezcla entre un puzzle y el tetris, es unir el mayor número de letras iguales, la A con la A, la B con la B, etc. y al conseguirlo se puede escuchar el fonema. Al conseguir cada una de las letras se van obteniendo puntos.

Notas

¹ Así es la nueva generación de nativos digitales: Los niños ya prefieren las tabletas a los libros <http://www.puromarketing.com/12/15257/nueva-generacion-nativos-digitales-ninos-prefieren-tablets.html>

² Samsung School está compuesta por un software interactivo y dos tipos de dispositivos a elegir por el centro, ordenadores o tablets (<http://www.samsung.com/es/business/solutions-services/mobile-solutions/education/samsung-school>)

³ Datos extraídos del portal del Instituto Nacional de Estadística correspondientes al año 2014 véase http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t25/p450/base_2011/a2014/&file=pcaxis

⁴ Para más información sobre los modelos de negocio digital consultar Nuevos modelos de negocio en la era digital. Dosdoce (2014)

⁵ Con una solución MDM, los administradores pueden implantar los dispositivos de forma segura en entornos educativos, configurar y actualizar los ajustes, definir restricciones e instalar aplicaciones.

⁶ Estas aplicaciones pueden estar pensadas para ser utilizadas por los niños pero también existen aplicaciones pensadas para uso docente como Ender Metrics Metrics (disponible tanto para Android como para iOS) una herramienta para analizar el aprendizaje en apps infantiles. Su objetivo principal es analizar qué y cómo aprenden los niños a través de cada app educativa que utilizan. La podríamos definir como el Google Analytics de la educación infantil. Ender Metrics te permite hacer un seguimiento de cómo evoluciona cada usuario, que es lo que el niño aprende, dónde se pierde y que le gusta más hacer, ver si cumple el currículum educativo (para niños de 2 a 6 años). <http://endermetrics.com/es/>

Aprendizaje adaptativo en moodle: tres casos prácticos

Adaptive learning in moodle: three practical cases

Dolores Lerís López, Fernando Veá Muniesa, Ángeles Velamazán Gimeno
Departamento de Matemática Aplicada, Universidad de Zaragoza, España. {dleris, fernavea, mavelama}@unizar.es

Resumen

Uno de los retos más importantes que habrá de afrontar la educación es la necesidad de adecuar el proceso formativo a las características del estudiante. Hoy día todavía se señala el deficiente apoyo tecnológico y las escasas prácticas de personalización del aprendizaje. La tecnología educativa que apoya el e-learning ha ido desarrollando dos tipos de plataformas: Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS) y Sistemas Hipermedia Adaptativos dirigidos a la educación. Ambas líneas de desarrollo están convergiendo, de forma que las nuevas versiones de los LMS incorporan capacidades adaptativas que van permitiendo diseñar cursos individualizados o diferenciados. En este artículo se revisan las funcionalidades adaptativas disponibles en Moodle. Se explica cómo se han puesto en práctica tres casos de diseños instruccionales adaptativos. Además, se constata su eficacia, en términos del aprendizaje logrado por el estudiante, y su eficiencia, al reutilizar materiales de experiencias anteriores.

Abstract

One of the most important challenges that the education will have to face is the need to adapt the learning process to the student's characteristics. Nowadays it is still noticed the weak technological support and the few personalised learning practices. Two main types of e-learning platforms have been developed for last years: Learning Management Systems (LMS) and Adaptive Educational Hypermedia Systems. Both lines of development are converging so that the new versions of the LMS incorporate adaptive capacities that are allowing to design individualized or differentiated instruction. In this paper the adaptive functionalities available in Moodle are checked. It is explained how to implement three adaptive instructional designs in Moodle. Moreover, it is checked their effectiveness, in terms of the learning achieved by the student, and their efficiency, by reusing materials of previous learning experiences.

Palabras Clave:

Aprendizaje personalizado; Sistemas Adaptativos de Aprendizaje; Moodle; Tecnología Educativa; Casos prácticos; Eficacia.

Keywords:

Personalised learning; Adaptive e-Learning Systems; Moodle; Educational Technology; Practical cases; Effectiveness.

1. Introducción

Uno de los retos más importantes que habrá de afrontar la educación es la necesidad de adecuar los procesos de aprendizaje a las necesidades, intereses y conocimientos del estudiante. Johnson, Adams, Cummins y Estrada (2012) señalan el aprendizaje personalizado como el tercer desafío, en orden de importancia, de los diez registrados como más significativos por su impacto en la docencia, en el aprendizaje o en la investigación en el ámbito universitario en los próximos cinco años y afirman: “The demand for personalized learning is not adequately supported by current technology or practices”. Aunque la idea de personalizar el aprendizaje no es nueva en el mundo académico, su demanda ha crecido especialmente en la última década, en la que el paradigma educativo centrado en el aprendizaje ha cobrado fuerza. Si el objetivo de este paradigma imperante es que el estudiante alcance los mayores logros posibles, entonces es necesario adaptar la enseñanza a cada uno de ellos considerado como persona individual. Como afirma Miliband (2006): “Personalised learning is the way in which our best schools tailor education to ensure that every pupil achieves the highest standard possible” (p. 24). Más aún, las actuales apuestas educativas, fuera del ámbito puramente académico, como la formación en las empresas o los cursos en línea masivos y abiertos, barajan la adaptación de la formación al usuario como solución a las

altas tasas de abandono (Fidalgo-Blanco, García-Peñalvo y Sein-Echaluce, 2013; Sonwalkar, 2013; Amo, Casany y Alier, 2014; Daniel, Vázquez y Gisbert, 2015; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce y García-Peñalvo, 2015).

Para alcanzar y consolidar la personalización del aprendizaje, la individualización o la diferenciación de las experiencias de aprendizaje (Calderero, Aguirre, Castellanos, Peris y Perochena, 2014), en entornos educativos formales con gran número de estudiantes, es imprescindible el apoyo tecnológico y, desde luego, suficientes prácticas educativas que avalen su viabilidad y efectividad.

El desarrollo tecnológico ha permitido pasar de las máquinas de enseñar, como la de Skinner (1958) a los sistemas electrónicos que apoyan el aprendizaje. Estos últimos han avanzado en dos direcciones. Por un lado, los sistemas de gestión del aprendizaje LMS (acrónimo de *Learning Management Systems*) y, por otro, los hipermedia adaptativos AHS (acrónimo de *Adaptive Hypermedia Systems*) para la educación.

Los LMS disponen de funcionalidades que apoyan la gestión de cursos, de usuarios, de grupos, de calificaciones, etc. y también permiten la gestión de contenidos (García-Peñalvo y Seoane-Pardo, 2015). En el contexto universitario español, los responsables de las políticas académicas de las universidades



han apoyado la puesta en marcha de campus virtuales de docencia, basados en LMS como Moodle. Ese esfuerzo ha redundado en la incorporación paulatina y constante de muchos profesores universitarios al sistema del aprendizaje semipresencial o *blended-learning*.

Los AHS para la educación son sistemas capaces de registrar las acciones del estudiante, de interpretarlas según el modelo de usuario asociado y, en consecuencia, de adecuar el proceso de aprendizaje al individuo. Así pues, el sistema adapta su comportamiento a cada persona, es decir, personaliza el aprendizaje. La difusión y el uso de los AHS en la educación son, hoy día, muy reducidos, principalmente por dos motivos. Uno de ellos se encuentra en el paradigma predominante en la investigación de los sistemas adaptativos, según el cual un equipo de expertos desarrolla un software que soporte la adaptación al usuario y ellos mismos lo prueban y evalúan (Brusilovsky, Knapp y Gamper, 2006). Habitualmente, el software desarrollado requiere que el profesorado, que son los autores del diseño instruccional y de las actividades, dedique gran esfuerzo para poder utilizarlo. El otro motivo podría ser que los sistemas *e-learning* con adaptación inteligente necesitan disponer de un número

suficiente de contenidos adecuadamente etiquetados, para que el sistema los organice y presente automáticamente al usuario en función de los datos que de él va recogiendo (Rey-López *et al.*, 2008). Esta condición exige de nuevo un notable esfuerzo de autoría, es decir, de creación y etiquetado de esos contenidos inteligentes; junto con productos tecnológicos que faciliten su localización y utilización (Fidalgo, Sein-Echaluce, Lerís y Castañeda 2013; Fidalgo-Blanco, García-Peñalvo, Sein-Echaluce y Conde-González, 2014).

Los autores de este artículo trabajamos en el aprendizaje adaptativo desde nuestra perspectiva de profesores, que lo practican en la docencia universitaria. Por ello, hemos observado con agrado el interés en dotar a los LMS, en particular a Moodle, con características adaptativas. Que el LMS disponible en el campus virtual de la universidad ofrezca posibilidades adaptativas es, de hecho, un paso decisivo hacia el objetivo de la personalización del aprendizaje.

En el artículo se examinan las posibilidades adaptativas de la versión 2.4 de Moodle. Además, se presentan tres casos prácticos de diseños instruccionales utilizando las capacidades adaptativas de dicha versión.

2. Contexto y diseños adaptativos

Moodle (acrónimo de *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) es un LMS de código abierto de gran versatilidad, pues permite generar cursos con muy diferentes configuraciones. Moodle es utilizado tanto en contextos formativos puramente virtuales como en la formación presencial, en la que es un valioso complemento.

Además de las posibilidades para administrar cursos, usuarios, grupos o calificaciones, Moodle permite incorporar recursos y actividades de muy diversa índole. Un curso Moodle puede contener recursos pasivos, como los archivos o las páginas web, o activos/colaborativos como las wikis, los glosarios o las bases de datos; herramientas de comunicación asíncrona, como los foros o la mensajería interna, o de comunicación sincrónica, como los chats; herramientas que soportan la auto-evaluación, la co-evaluación o la evaluación por rúbricas, como los cuestionarios, los talleres o las tareas; etc.

Las posibilidades adaptativas de Moodle aparecen esencialmente en dos direcciones. Se podría decir que una es intra-actividad y otra es inter-actividades. La primera significa que la adaptación al usuario es una posibilidad de la configuración interna de la actividad; mientras que la adaptatividad inter-actividades supone el establecimiento de reglas o relaciones de dependencia entre diferentes actividades.

Algunas actividades de Moodle tienen cierta

capacidad adaptativa propia, como objetos de aprendizaje independientes del resto de recursos o actividades de un curso Moodle. Por ejemplo, esta adaptatividad intra-actividad está disponible en los módulos de lecciones, cuestionarios, foros y SCORM (acrónimo de *Sharable Content Object Reference Model*).

- Las *lecciones* de Moodle son actividades de aprendizaje que proporcionan contenidos de forma individualizada siguiendo una programación ramificada. Las lecciones están formadas por páginas puramente de contenidos o con una pregunta. En las primeras, se ofrece al estudiante la posibilidad de elegir la siguiente página que quiere ver y, en las segundas, la respuesta dada a la pregunta que contiene determina la próxima página que el estudiante va a ver. La navegación en una lección puede ser lineal o tan compleja como el formador estime necesario.

Incluso es posible añadir cierta adaptatividad inter-lecciones, pues se pueden establecer como prerequisites, de acceso a una lección, algunos parámetros de una lección previa como el tiempo empleado, el haberla finalizado o la calificación obtenida. De esta forma, se puede generar un camino lineal a través de diferentes lecciones de un mismo curso.

También se puede configurar una lección de modo que, una vez finalizada, el sistema presente el enlace a otra actividad del curso.



De este modo el diseñador del curso está guiando al estudiante indicándole cuál es la siguiente actividad que se le recomienda realizar.

- Los cuestionarios de Moodle son actividades en las que se ofrece al estudiante una lista de preguntas cuya respuesta conduce a una calificación. La adaptatividad de un cuestionario se establece al configurar la visualización de la retroalimentación incluida en las preguntas y sus opciones de respuesta, así como al seleccionar el comportamiento del cuestionario con interactividad para que muestre, si fuera necesario, las pistas añadidas a las preguntas. Se trata, pues, de una realimentación individualizada, inmediata y automática.
- Los foros de Moodle son actividades de comunicación asíncrona, que pueden ser configurados de diferentes maneras; una de ellas permite que el foro se separe o diferencie por grupos de usuarios. En el tipo de foro de Pregunta y Respuesta (abreviadamente, PyR), el debate se inicia cuando el tutor envía un mensaje con una pregunta a la que los estudiantes responden. Un foro PyR tiene una pequeña característica adaptativa, ya que requiere que un estudiante conteste una vez, antes de ver las respuestas de los demás. Tras enviar su respuesta inicial, los estudiantes ya pueden ver y contestar a los mensajes de sus compañeros.
- El módulo SCORM de Moodle permite cargar cualquier paquete estándar

SCORM de objetos de aprendizaje y convertirlo en parte de un curso. Un paquete SCORM es un bloque de material web (páginas web, gráficos, programas Javascript, presentaciones Flash, etc.). Vélez, Baldiris, Nassiff y Fabregat (2008) muestran cómo generar un SCORM adaptativo, que admite ser integrado en la plataforma Moodle.

La solución adaptativa de los módulos de Moodle, mencionada en los párrafos anteriores, consiste en una personalización local del proceso de aprendizaje, es decir, tan solo se adapta la respuesta del sistema dentro de una actividad. La generación de un curso adaptativo completo es un asunto más ambicioso y más complejo, tanto desde el punto de vista técnico como práctico, pues necesita que el sistema admita un modelo de usuario y permita la definición de reglas de transición entre los conceptos del curso.

Para convertir Moodle en un sistema adaptativo se han ensayado distintas soluciones. Una de ellas ha consistido en comunicar/integrar Moodle con un Sistema Hipermedia Adaptativo. Por ejemplo,

- Tiarnaigh (2005) propuso y ensayó la integración de Moodle con APeLS, acrónimo de *Adaptive Personalized eLearning Service* (Conlan, Wade, Gargan, Hockemeyer y Albert 2002).
- La especificación IMS Learning Design, que admite diseños adaptativos (Berlanga y García-Peñalvo, 2004, 2005, 2008) fue objeto de un intento de interoperabilidad con Moodle (Burgos, Tattersall,

Dougiamas, Vogten y Koper, 2007).

- Mucho más ambicioso es el proyecto GRAPPLE (*Generic Responsive Adaptive Personalized Learning Environment*), 2008-2011, en el que se pretende que un entorno adaptativo de aprendizaje llegue a ser una componente de los LMS (Bra *et al.*, 2013).

Otro tipo de soluciones, como la ofrecida por el Centro de Innovación para la Sociedad de la Información (CICEI), ha consistido en modificar el código de Moodle, para así lograr configurar recursos o actividades en función de que se cumplan determinadas condiciones en otros. Su primera versión fue presentada a la comunidad Moodle en 2005. A pesar de las extraordinarias posibilidades adaptativas de estos multi-condicionales del CICEI (Lerís y Sein-Echaluce, 2011), las sucesivas versiones estándar de Moodle 2 han ido incorporando soluciones adaptativas más limitadas.

Con la llegada de la versión 2 de Moodle aparece la posibilidad de adaptatividad inter-actividades, pues se dota a Moodle de algunas capacidades para adaptar la navegación y presentación de contenidos en función de las acciones del usuario. Se podría decir que la idea de la dependencia entre lecciones, disponible en versiones anteriores, se ha extendido a otras actividades y se ha ampliado en cuanto a tipos de condiciones de dependencia.

En Moodle 2 se puede parametrizar una actividad o un recurso de forma que se condicione su acceso bien por fechas, bien por el perfil Moodle del usuario e incluso por

Figura 1. Prerrequisitos de acceso a un contenido Moodle (imagen de la versión 2.4).

el desempeño (calificación, finalización) del estudiante en otras actividades o recursos del mismo curso Moodle. El diseñador del curso encuentra todas esas opciones en el apartado Restricciones de acceso del formulario de ajustes de cada recurso o actividad (véase la figura 1).

Las condiciones de calificación posibilitan restringir el acceso en función de la obtenida en otra u otras actividades calificables. En el campo de condiciones de finalización de otras actividades, se pueden establecer prerrequisitos de haber sido finalizada una actividad o de haber sido aprobada o sus respectivas negaciones. El valor de finalización se ajusta en el propio formulario de configuración de una actividad; sin embargo, el significado de calificación aprobada ha de ajustarse en el correspondiente ítem de calificación del libro de calificaciones.

También hay un parámetro que controla si el contenido ha de estar visible al usuario; se puede optar bien por ocultarse, en tanto no se cumplen las condiciones exigidas para su acceso, o bien por mostrarse en gris, con la información de las condiciones que se han de cumplir para que sea accesible. En las versiones de Moodle anteriores a la 2.7, todas

las condiciones impuestas se conectaban únicamente con el operador lógico “and”, lo cual suponía una importante dificultad para programar diferentes itinerarios de aprendizaje.

En resumen, cada actividad Moodle almacena los prerrequisitos para su acceso, el modo de visualización y el significado de haber sido finalizada. Todos ellos son parámetros que están involucrados en la generación de cursos adaptados al usuario.

Las posibilidades adaptativas del sistema *e-learning*, que se desee utilizar, determinan, en general, el enfoque para crear cursos adaptativos. Se han identificado tres tipos principales de enfoques para crear cursos adaptativos (Vassileva, 2010; Bontchev y Vassileva, 2012).

El enfoque más sencillo y más fácil para crear cursos adaptativos es generarlo con un contenido diferente para cada estudiante o grupo de ellos. Por ejemplo, Despotović-Zrakić, Marković, Bogdanović, Barać y Krčo (2012) recogen datos de los estudiantes, sus estilos de aprendizaje y su comportamiento en un precurso Moodle, que son tratados, utilizando técnicas de minería de datos, hasta conseguir clasificarlos en tres grupos (*cluster*). A cada uno de ellos se le ofrecía su particular curso en Moodle. En este enfoque puede resultar muy útil contar con los agrupamientos de Moodle, ya que permiten que el profesor asigne contenidos específicos, o incluso secciones completas, a los estudiantes incluidos en un determinado agrupamiento (Lerís y Sein-Echaluce, 2011).

Otro enfoque utiliza una red de conceptos conectados entre sí. Habitualmente, estas relaciones definen el orden de los conceptos para ser visitados por un aprendiz. Y la tercera forma de crear un curso adaptativo consiste en el establecimiento de reglas para la transición de un concepto a otro o de una página a otra (Vassileva, 2010; Bontchev y Vassileva, 2012).

Ese último enfoque es el utilizado por el Grupo de Innovación e Investigación en Docencia con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (GIDTIC) en las experiencias de un curso de apoyo de matemáticas (Castelló, Lerís, Martínez y Sein-Echaluce, 2010) y un curso sobre trigonometría (Sein-Echaluce, Lerís y Fidalgo, 2011), soportado por Moodle 1.8 con los multi-condicionales del CICEI, y en los casos que se exponen en las siguientes secciones de este artículo con el apoyo de Moodle 2.4. Tanto en las experiencias previas como en los casos prácticos descritos en este trabajo, las reglas de transición de un concepto a otro forman parte de los parámetros asociados a una actividad y han de ser especificados en el propio curso, con las dificultades de autoría que eso produce en términos de esfuerzo y de programación lógica.

Es un hecho que la capacidad adaptativa de Moodle ha ido mejorando en las sucesivas versiones de Moodle 2. Por ello, entendemos que es oportuno poner en marcha cursos, o unidades de aprendizaje, adaptativos sencillos y útiles en el contexto educativo formal, que demuestren su eficacia y eficiencia.

En los siguientes apartados se describen cada una de las tres experiencias educativas, bien de cursos o bien de unidades de aprendizaje adaptativas, puestos en práctica en la Universidad de Zaragoza durante el semestre de primavera de 2013.

3. Contexto y diseños adaptativos

El objetivo general de las experiencias fue mejorar el proceso y los resultados del aprendizaje de nuestros alumnos. Para ello, se diseñaron procesos de aprendizaje adaptados a las características de cada estudiante en tres asignaturas del Área de Matemáticas, que fueron experimentados en el segundo semestre del curso académico 2012-2013.

Los correspondientes diseños instruccionales fueron implementados en Moodle, plataforma que da soporte al campus virtual de la Universidad de Zaragoza (en adelante, UZ). Se utilizaron las capacidades adaptativas disponibles en la versión 2.4 de dicha plataforma, operativa en UZ en 2013. De este modo, se ofrece una idea práctica de lo que se puede hacer con aprendizaje adaptativo de forma sencilla, eficiente y útil en el ámbito de un LMS como Moodle, sin añadir módulos adicionales o realizar desarrollos específicos. Se explicará el diseño pedagógico y la puesta en práctica de cada caso, más que los recursos digitales en sí mismos, (Gros, 2015) y se mostrarán los resultados, en términos de eficacia y eficiencia.

Los estudiantes eran alumnos pertenecientes a distintas titulaciones impartidas en la Escuela de Ingeniería y Arquitectura en UZ. El primer paso de adaptación empezaba por

la titulación de procedencia de alumno, ya que las tres experiencias se desarrollaban dentro del mismo curso Moodle, pero cada estudiante solo accedía a la sección del mismo creada *ad hoc* según su pertenencia a una Titulación, Grupo de Docencia y Asignatura. La experiencia 1 se basó en el modelo en el que se desea producir una adaptación del proceso de aprendizaje a una variable inicial o característica del estudiante. Naturalmente esa variable debe estar definida en el modelo de usuario, indicando sus valores posibles. También debe decidirse el instrumento para determinar su valor en cada estudiante y, finalmente, debe diseñarse el proceso de aprendizaje específico asociado a cada valor de la variable.

Cada valor de esa variable inicial da acceso a un proceso de aprendizaje específico. Es muy frecuente utilizar como variables iniciales de adaptación el nivel de conocimiento o el estilo de aprendizaje, tipos de variables que exigen utilizar instrumentos para su diagnóstico, como cuestionarios de evaluación o test validados. En estos casos, el sistema inteligente muestra automáticamente el proceso de aprendizaje de cada estudiante una vez recogidas sus respuestas al instrumento de diagnóstico (Castelló, Lerís, Martínez y Sein-



Echaluze, 2010). Otra alternativa consiste en utilizar instrumentos de decisión, permitiendo al estudiante que elija voluntariamente su participación en unos u otros procesos de aprendizaje. Esto significa que se admite la capacidad del estudiante para decidir lo más adecuado para su aprendizaje.

El diseño adaptativo de la experiencia 2 consiste en la navegación adaptativa del usuario por un itinerario de aprendizaje. Se trata de un modelo en el que el estudiante es guiado a través de las actividades del diseño instruccional, adaptándose a su propio ritmo. En definitiva, cada estudiante recorre el mismo itinerario de aprendizaje, pero sus propios pasos son los que van abriendo camino.

En este caso es necesario definir dos variables que controlan la navegación a través de los recursos: una variable temporal y otra de finalización de actividades. La variable temporal controla los momentos instruccionales; por ejemplo, para concordar los intervalos temporales presenciales con los no presenciales. La variable de finalización de actividades permite que el sistema despliegue automáticamente las siguientes actividades tras la conclusión de las previas; por tanto, adapta la navegación a los pasos dados por el estudiante. En resumen, el modelo utilizado consiste en una navegación tutelada a través de los contenidos, de modo que son las acciones de cada estudiante las que determinan la accesibilidad a los siguientes contenidos.

En la experiencia 3, además de la navegación

adaptativa del usuario, se añade la diversificación del itinerario de aprendizaje. Es decir, los logros del estudiante determinan su acceso a ciertas partes del diseño instruccional. En este modelo es necesario determinar puntos clave en los que abrir caminos alternativos y bajo qué condiciones (Sein-Echaluze, Lerís y Fidalgo, 2011).

Además de la variable de tipo temporal y la de finalización de actividades presentes en la experiencia 2, se añaden variables de calificación. Estas controlan los caminos alternativos del diseño instruccional, que son sugeridos u obligatorios para que el estudiante avance en su proceso personal de aprendizaje.

Los resultados de aprendizaje en las tres experiencias en línea fueron evaluados a través del examen final de cada asignatura y de las actividades calificables incluidas en cada caso. Estas últimas, según el grupo de docencia, suponían hasta 1 o 2 puntos (sobre 10) de la calificación total de la asignatura.

Por último, y una vez que el estudiante concluía el trabajo en línea, completaba un cuestionario multidimensional tipo SEEQ, acrónimo procedente de *Student Evaluation of Educational Quality*, (Marsh y Roche, 1997). Las preguntas del cuestionario SEEQ, formado por ítems valorados en una escala Likert de 1 a 5, fueron adaptadas a cada uno de los tres contextos formativos y permitían conocer la calidad educativa percibida por el alumnado (Roda, López-Jaquero y Montero, 2015).

A continuación se describe cada caso y las

características específicas del respectivo experimentado. escenario de aprendizaje en el que se ha

4. Descripción y resultados de los tres casos prácticos

4.1. Primera experiencia educativa. Adaptación del proceso de aprendizaje a una variable inicial

La experiencia se llevó a cabo en la asignatura de Matemáticas II (Ecuaciones Diferenciales) de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Mecánica, del plan de estudios en extinción. La propuesta docente se realizó teniendo en

cuenta que se trataba de una asignatura sin docencia presencial en el curso 2012-2013. El número de matriculados, potenciales usuarios de la experiencia, era de veintitrés estudiantes.

4.1.1 Descripción

Todos los estudiantes, participaran o no en la experiencia, disponían de una serie de ficheros de información con el contenido total de la asignatura, que les permitía prepararse de forma autónoma, para superar el examen global de la asignatura. Se diseñó un método alternativo de aprendizaje al que solo accedían aquellos estudiantes que así lo decidieran.

En efecto, dada la madurez de los estudiantes matriculados, todos ellos de segunda matrícula o más en la asignatura, con más de tres años de formación universitaria y, posiblemente, con diversas circunstancias formativas y personales, se optó por incluir un instrumento de decisión (consulta) en el que señalaran voluntariamente su participación en un proceso de aprendizaje especialmente diseñado. Se utilizó un instrumento de decisión para determinar el valor de la

variable de adaptación inicial. En la figura 2 se muestra el esquema de la adaptación.

El diseño adaptativo de esta experiencia se basó en el modelo en el que se desea producir una adaptación del proceso de aprendizaje a una variable inicial asociada al estudiante, que, en este caso, era su decisión de participar o no en dicho proceso. Si la respuesta a la consulta era afirmativa, el estudiante podía acceder a dos actividades –tareas– que se incorporaron a Moodle. La finalización de ambas tareas abría, a su vez, una encuesta de evaluación de la calidad educativa, tal y como se esquematiza en la figura 2.



Figura 2. Flujo de aprendizaje de la parte adaptativa de la experiencia 1.

4.1.2 Resultados

Del total de veintitrés estudiantes matriculados, tan sólo nueve se incorporaron a las actividades involucradas en el proceso de aprendizaje adaptativo, de los cuales seis entregaron la primera de las tareas y ocho la segunda.

La evaluación de las tareas se realizó de forma que la resolución correcta del 70% de las cuestiones planteadas en la tarea 1 y del 60% en la tarea 2, suponía dos puntos extra a sumar a la calificación del examen final. La puntuación media de los seis estudiantes que realizaron la primera tarea fue de 8 puntos sobre 10 (uno con 10, dos con 9, uno con 8, uno con 7 y uno con 5); mientras que, en la segunda tarea, los ocho alumnos que la resolvieron obtuvieron una media de 6,75 puntos sobre 10 (dos con 10, tres con 8, dos con 4 y uno con 2).

El impacto puede medirse a través del examen de la asignatura, al que se presentaron nueve alumnos, de los que ocho habían participado

en el proceso propuesto; datos que parecen señalar que el hecho de haber participado está ligado a la presentación al examen final. Seis, de esos ocho participantes, superaron la asignatura; mientras que el único alumno presentado, que no participó en la experiencia, no aprobó la asignatura.

Debido al reducido número de estudiantes que cumplieron el cuestionario SEEQ, tan solo se indica una valoración cualitativa del juicio emitido por los estudiantes. Señalaron que la actividad online les había resultado más atractiva que las clases tradicionales y, además, les había permitido estudiar a su ritmo, teniendo la sensación de que el tiempo empleado en el estudio de la asignatura era menor y mejor empleado. También indicaron algunos aspectos de mejora, sobre todo los referentes a la retroalimentación en el caso de respuestas erróneas y la necesidad de automatizar algunos de los procesos desarrollados.

4.2. Segunda experiencia educativa. Navegación adaptativa del usuario por un itinerario de aprendizaje

La segunda experiencia se realizó en la asignatura Matemáticas I de primer curso de los grados en Ingeniería Mecánica y en Tecnologías Industriales. Se dirigió a los veinticinco estudiantes matriculados en el grupo de docencia del segundo cuatrimestre

del curso 2012-13. Todos los alumnos participaron en la experiencia y todos tenían como característica común el hecho de haber cursado, sin éxito, la misma asignatura en anteriores cursos académicos.

4.2.1 Descripción

La experiencia consistió en diseñar y realizar el aprendizaje de una unidad didáctica (los números complejos) en un entorno semipresencial, desarrollándose la actividad presencial en la clase y en las tutorías, mientras la no presencial se realizaba en Moodle.

El diseño adaptativo de esta experiencia se ocupaba de que la navegación por los recursos y herramientas se acomodara a las acciones del usuario. La navegación adaptativa se fundamentó en variables de finalización de las actividades. El diseño instruccional estaba formado por cinco subunidades, cuatro de ellas con idéntico flujo de aprendizaje (figura 3).

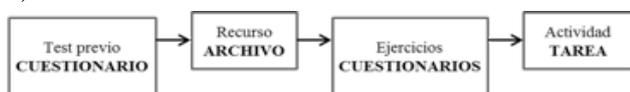


Figura 3. Flujo de aprendizaje común a cuatro unidades de la experiencia 2.

Como puede verse en la figura 3, se comenzaba con la realización del test previo, o cuestionario de opción múltiple de conocimientos preliminares (sin trascendencia en la calificación final), que daba paso al recurso, un archivo con la información relativa al correspondiente apartado de la unidad. Una vez leído, el estudiante podía acceder a los ejercicios, cuestionarios (con efecto en la calificación final) para apoyar la comprensión de los conceptos. Finalmente, una vez contestados los cuestionarios, y sin

tener en cuenta la calificación obtenida, ya podía realizar la última actividad de resolución de problemas abiertos.

La quinta subunidad de aprendizaje se refería al desarrollo histórico y contaba con un documento-resumen de cómo se fueron incorporando los números complejos al conocimiento matemático. Como se ve en la figura 4, su lectura llevaba a que el estudiante eligiera (consulta) el matemático sobre el que versaría la tarea de analizar sus aportaciones al proceso constructivo de este conjunto numérico. Una vez elegido, se abría la correspondiente tarea evaluable.

El modelo utilizado consiste, pues, en una navegación tutelada a través de los contenidos, de modo que son las acciones de cada estudiante las que determinan la accesibilidad a las siguientes actividades.

Como condiciones de navegación para los estudiantes en esta experiencia, se establecieron las de secuenciación de contenidos (tenían que seguir el flujo de la figura 3) y las de temporalidad (las actividades de una misma unidad debían realizarse en un intervalo temporal fijo), restricciones todas ellas admitidas en la versión de Moodle utilizada.



Figura 4. Flujo de aprendizaje de la quinta unidad de la experiencia 2.

4.2.2 Resultados

Respecto a la participación de los veinticinco estudiantes, hay que señalar que los cuestionarios de las cuatro subunidades los realizaron la práctica totalidad de los alumnos (la primera, 24 respuestas; la segunda, también 24; la tercera, 25 y la cuarta, 24); mientras que las tareas tuvieron una respuesta en torno al 75% (las tareas uno, dos y tres, 19 realizaciones y la cuarta tarea, 15).

Las calificaciones obtenidas en los cuestionarios y en las tareas evaluables suponían hasta 10 puntos en la nota final de la asignatura (sobre 100). La calificación media del grupo en esta experiencia fue de 6'95 sobre 10 puntos. Solo cuatro alumnos obtuvieron calificaciones inferiores a 5 (la más baja fue 3'89), doce en el intervalo [5,7); ocho en el [7,9) y uno con una calificación superior a 9.

La eficacia de la experiencia queda avalada por los siguientes datos. Por un lado, el rendimiento fue altamente satisfactorio; ya que, entre las convocatorias de junio y de septiembre, aprobaron veinticuatro de los veinticinco alumnos matriculados (el alumno no aprobado no se había presentado al examen). Por otro lado, el éxito de la experiencia fue verificado a través de su repercusión en la calificación obtenida en la pregunta de números complejos incluida en el examen final. Para ello se propuso una pregunta semejante –solo cambiaban los

datos empleados– a la realizada unos cursos antes en la convocatoria de septiembre. En el análisis estadístico efectuado sobre los datos de ambos exámenes, y tras las pertinentes comprobaciones previas, se realizó el contraste de la t de Student para muestras independientes. Los resultados del contraste indican que hay una diferencia estadísticamente significativa entre la puntuación media obtenida por los estudiantes de esta experiencia adaptativa, 5'73 puntos, y la conseguida por los estudiantes que no la habían realizado, 2'92 puntos.

Los alumnos participantes valoraron positivamente la experiencia en los distintos aspectos abordados en el cuestionario SEEQ, como puede verse en la figura 5. Además las respuestas a las preguntas abiertas señalan un alto grado de satisfacción con el diseño bien por haber podido trabajar fuera del aula y por estar adaptado a su ritmo, bien por la progresiva dificultad de los contenidos.

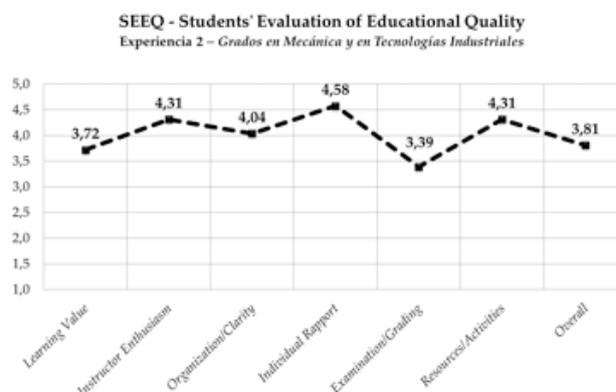


Figura 5. Resultados de la evaluación SEEQ de la experiencia 2.

4.3. Tercera experiencia educativa. Adaptación del itinerario de aprendizaje

La tercera experiencia se llevó a cabo en la asignatura Matemáticas II del segundo cuatrimestre de primer curso del grado en Ingeniería Eléctrica. El diseño instruccional contemplaba la realización completamente online de las dos últimas partes de una unidad de aprendizaje, cuyo contenido no se explicó en clase, pero sí que formó parte de la materia del examen de la asignatura. La experiencia estaba dirigida a los estudiantes matriculados en los dos grupos de docencia, en total 102 alumnos, que no tenían ninguna de las características especiales de los participantes en las dos experiencias anteriores.

4.3.1 Descripción

Esta experiencia, además de la adaptación de la navegación coincidente con la de la anterior, añadía la diversificación de itinerarios y algunos mensajes adaptativos que guiaran al estudiante en su personal camino. Así pues, el modelo de usuario contenía variables de finalización de las actividades, en las que se fundamentó la navegación adaptativa, y variables de calificación en las que se basaron los caminos alternativos.

La estructura de la unidad didáctica online constaba de un camino de aprendizaje, común para todos los alumnos, que incluía una bifurcación intermedia solo disponible en aquellos casos en que los resultados previos aconsejaran un refuerzo. Este camino común de objetivos mínimos se prolongaba con unas actividades complementarias, destinadas a aquellos estudiantes que hubieran alcanzado el dominio necesario de los contenidos mínimos. La navegación (restricciones de acceso) se configuró para que se adaptara al ritmo del estudiante. Se habilitaron textos (etiquetas), que cambiaban según las acciones del estudiante, y se utilizaron actividades Moodle (cuestionarios y lecciones) que, en sí mismas, se adaptaban a las acciones o a la voluntad del estudiante.

En la figura 6 se muestra el flujo de aprendizaje de esta tercera experiencia. La introducción y los dos bloques siguientes constituyen el itinerario común, en el que únicamente está adaptada la navegación al ritmo de trabajo del estudiante. La actividad rotulada Refuerzo, junto con su etiqueta informativa publicada en Moodle, solo forma parte del camino de aprendizaje del estudiante con calificaciones inferiores al 40% en los test 1 a 3. Finalmente, las actividades bajo el título Complemento, solo son accesibles para los estudiantes que hayan alcanzado un nivel de conocimientos suficiente (la calificación de aprobado en el test 4).

Se debe señalar que las actividades,

interactivas en sí mismas, realizadas en esta experiencia son:

- Los tres Test Interactivos con Pistas, tanto los dos iniciales de la introducción como el de refuerzo, estaban concebidos como medio activo para que el estudiante fuera construyendo su propio conocimiento con la ayuda de pistas. Las pistas se activaban únicamente si las respuestas del estudiante eran incorrectas.
- Las dos Lecciones, cuya misión era ofrecer ejemplos de los conceptos y procedimientos descritos en los archivos, permitían que fuera el propio estudiante el que decidiera qué información sobre los ejemplos incluidos quería ver y en qué momento.

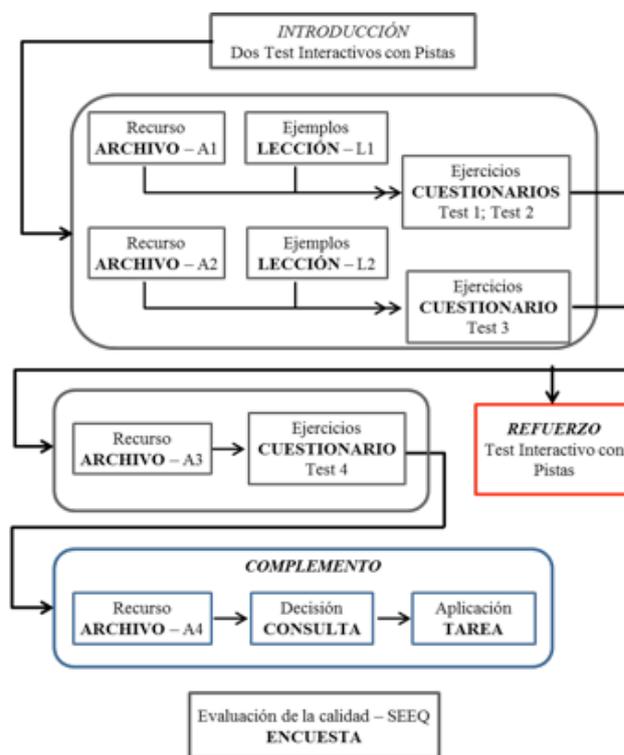


Figura 6. Flujo de aprendizaje de la experiencia 3.

4.3.2 Resultados

La participación en la experiencia superó globalmente el 50% de los estudiantes matriculados (la introducción la realizaron 57 alumnos; mientras que el primer test fue contestado por 55, el segundo por 54, el tercero por 53 y el cuarto por 52). La tarea final, que era opcional, fue completada por 17 alumnos, lo cual supone el 30% de los que comenzaron la experiencia; si bien fueron 29 estudiantes –más de la mitad de los que empezaron– los que llegaron a la consulta previa a dicha tarea. Todo el proceso era automático salvo esta última actividad, cuya revisión y calificación se realizó manualmente. La media de las calificaciones obtenidas

en los test 1 a 4 (calificados sobre 5) más la de la tarea del bloque complementario (puntuación máxima 5) contribuían a la calificación final de la asignatura. Con ello se podía obtener hasta diez puntos extra dentro de la calificación total (sobre 100) de la asignatura. Además, los conceptos tratados en el curso online formaron parte del examen final, en el que se propuso un ejercicio cuyo peso fue del 20%.

Las calificaciones medias, obtenidas en los distintos recursos utilizados en la experiencia, fueron muy satisfactorias. Empezando con los dos test iniciales con pistas (9'26 y 8'34 puntos sobre 10) y continuando con los

cuatro test de desarrollo del tema (todos ellos evaluados sobre 5 puntos obtuvieron de media 3'54, 3'50, 4'24 y 3'58). La media de los cuatro test fue de 3'60 puntos. La nota media de la tarea opcional alcanzó los 3'59 sobre 5 puntos.

Además, hay que señalar los buenos resultados en el examen final de la asignatura. En efecto, por un lado, el 80% de los estudiantes que participaron en la experiencia se presentaron al examen final de la convocatoria de junio de 2013. Y, por otro, la quinta pregunta de dicho examen –la correspondiente a los contenidos tratados en la experiencia– obtuvo mejor media de calificación que las demás. Las mencionadas calificaciones, sobre 10, fueron: la primera pregunta con 4'5 puntos, la segunda 1'7 puntos, la tercera 5 puntos, la cuarta 3'8, la quinta pregunta 5'2 puntos y la sexta 1'1.

5. Conclusiones

Para constatar el resultado del trabajo desarrollado, nos hemos centrado en valorar si ha mejorado el aprendizaje, en términos de eficiencia y eficacia de la enseñanza, y si ha sido satisfactorio para los estudiantes.

Consideramos que una práctica educativa es eficiente si resulta aceptable el esfuerzo del profesor (creador y tutor) en relación a los logros. En las tres experiencias ha sido clave la reutilización de los objetos de aprendizaje, ya que ha supuesto una ventaja en términos de esfuerzo del profesorado

Respecto a la opinión de los alumnos, manifestada a través del mencionado cuestionario SEEQ, en la figura 7 se aprecia el nivel de satisfacción en los aspectos recogidos en la encuesta. Asimismo, las respuestas abiertas muestran un alto grado de aceptación de la experiencia, tanto por haberla podido realizar a su ritmo y en el momento y lugar deseado, como por la cantidad de ejemplos desarrollados, que, a su juicio, les facilitaban el aprendizaje.

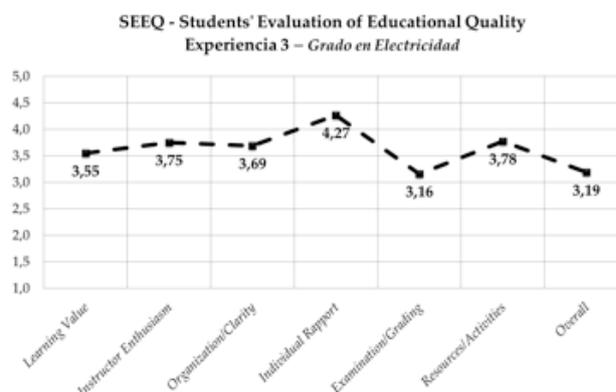


Figura 7. Resultados de la evaluación SEEQ de la experiencia 3.

y ha permitido dirigirlo a adaptar dichos objetos al nuevo entorno de Moodle y al diseño e implementación de los caminos de aprendizaje.

La eficacia de la enseñanza ha sido valorada mediante el ya clásico criterio del aprendizaje logrado por el estudiante. El impacto en la eficacia de la enseñanza, derivado de las tasas de éxito (aprobados/presentados) y rendimiento (aprobados/matriculados) de la asignatura, ha sido evidente a la luz de los datos mostrados. Restringiéndonos en cada

caso a los aspectos o contenidos trabajados de forma online, con su correspondiente presencia de ellos en el examen final, podemos afirmar que la tasa de éxito ha sido igual o superior al 75% y la de rendimiento igual o superior al 66%.

En la valoración de cada experiencia, que los estudiantes realizaron a través de un cuestionario multidimensional tipo SEEQ, las puntuaciones medias siguen un mismo patrón en las tres experiencias. Todas las dimensiones evaluadas alcanzan valores superiores al intermedio en la escala Likert de 1 a 5.

Para finalizar este trabajo y como conclusión de él, entendemos que los tres modelos de

aprendizaje adaptativo, basados en Moodle, son útiles, mejoran la enseñanza académica y son fácilmente aplicables en las clases reales. Además, la implementación se ha realizado sobre una instalación estándar de Moodle, no ha sido necesario añadir módulos adicionales ni realizar desarrollos de software. Esos son los puntos clave que nos permiten afirmar, no solo la sostenibilidad o continuidad de nuestro trabajo, sino también su idoneidad para ser transferidos a cualquier contexto formativo. Por último, en las experiencias realizadas, se han observado las limitaciones adaptativas de la versión de Moodle utilizada (la 2.4), que, en alguna ocasión, exigieron modificar los diseños instruccionales iniciales.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el Gobierno de Aragón, el Fondo Social Europeo y la Universidad de Zaragoza.

Queremos agradecer a la profesora Blanca Bellostas Solanilla, responsable de la realización de la primera de las experiencias

expuestas en el presente artículo, por su dedicación y generosidad; así como la valiosa aportación de la profesora Belén Sánchez-Valverde García al análisis estadístico de los datos del segundo de los casos prácticos desarrollados.

7. Referencias

- Amo, D., Casany, M. Alier, M. (2014). Approaches for quality in pedagogical and design fundamentals in moocs. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 15(1), 70-89.
- Amo, D., Casany, M. Alier, M. (2014). Designs. En *Proceedings of the Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for Educational Adaptive Hypermedia*, 354-358.
- Berlanga, A. y García-Peñalvo, F. J. (2004). A Proposal to Define Adaptive Learning
- Berlanga, A. y García-Peñalvo, F. J. (2005). IMS LD reusable elements for adaptive

- learning designs. *Journal of Interactive Media in Education*, 2005(11), Art-12. <http://dx.doi.org/10.5334/2005-11>
- Berlanga, A. y García-Peñalvo, F. J. (2008). Learning Design in Adaptive Educational Hypermedia Systems. *J. UCS*, 14(22), 3627–3647.
- Bontchev, B. y Vassileva, D. (2012). Courseware Adaptation to Learning Styles and Knowledge Level. En *E-Learning – Engineering, On-Job Training and Interactive Teaching* (Edited by Dr. Sergio Kofuji., pp. 3-22). InTech. <http://dx.doi.org/10.5772/29340>
- Bra, P., Smits, D., Sluijs, K., Cristea, A., Foss, J., Glahn, C. y Steiner, C. (2013). GRAPPLE: Learning Management Systems Meet Adaptive Learning Environments. En A. Peña-Ayala (Ed.), *Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems* (Vol. 17, pp. 133-160). Springer Berlin Heidelberg.
- Brusilovsky, P., Knapp, J. y Gamper, J. (2006). Supporting teachers as content authors in intelligent educational systems. *International Journal Knowledge and Learning*, 2 (3/4), 191-215. <http://dx.doi.org/10.1504/IJKL.2006.010992>
- Burgos, D., Tattersall, C., Dougiamas, M., Vogten, H. y Koper, R. (2007). A First Step Mapping IMS Learning Design and Moodle. *J. UCS*, 13(7), 924-931.
- Calderero Hernández, J. F., Aguirre Ocaña, A. M., Castellanos Sánchez, A., Peris Sirvent, R. M. y Perochena González, P. (2014). Una nueva aproximación al concepto de educación personalizada y su relación con las TIC. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 15(2), 131–151.
- Castelló, J., Lerís, D., Martínez, V. y Sein-Echaluce, M. L. (2010). Personalized Learning on the Moodle Platform using the CICEI Conditionals: Support Course in Mathematics. *INTED2010 Proceedings International Technology, Education and Development*. Publisher: IATED, Valencia, Spain.
- CICEI Centro de Innovación para la Sociedad de la Información. Actividades condicionales en Moodle.
- Conlan, O., Wade, V., Gargan, M., Hockemeyer, C. y Albert, D. (2002). An architecture for integrating adaptive hypermedia services with open learning environments. In: Barker, P. and Rebelsky, S. (eds.) Proc. of ED-MEDIA'2002 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications, (Denver, CO, June 24-29, 2002), AACE, 344-350.
- Daniel, S. J., Vázquez Cano, E. y Gisbert, M. (2015). The Future of MOOCs: Adaptive Learning or Business Model? *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*,



- 12(1), 64. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2475>
- Despotović-Zrakić, M., Marković, A., Bogdanović, Z., Barać, D. y Krčo, S. (2012). Providing Adaptivity in Moodle LMS Courses. *Journal of Educational Technology & Society*, 15(1), 326-338.
- Fidalgo, Á., Sein-Echaluce, M. L., Lerís, D. y Castañeda, O. (2013). Teaching Innova Project: the Incorporation of Adaptable Outcomes in Order to Grade Training Adaptability. *J. UCS*, 19(11), 1500–1521.
- Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J. y Sein-Echaluce, M. (2013). A methodology proposal for developing adaptive cMOOC. En *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality* (pp. 553–558). ACM. <http://dx.doi.org/10.1145/2536536.2536621>
- Fidalgo-Blanco, A., García-Peñalvo, F. J., Sein-Echaluce, M. L. y Conde-González, M. A. (2014). Learning content management systems for the definition of adaptive learning environments. En *Computers in Education (SIIE), 2014 International Symposium on* (pp. 105–110). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2014.7017713>
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L. y García-Peñalvo, F. J. (2015). Methodological Approach and Technological Framework to break the current limitations of MOOC model. *Journal of Universal Computer Science*, 21, 712–734.
- García-Peñalvo, F. J. y Seoane-Pardo, A. M. (2015). Una revisión actualizada del concepto de eLearning. Décimo Aniversario. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 119-144. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015161119144>
- Gros, B. (2015). La caída de los muros del conocimiento en la sociedad digital y las pedagogías emergentes. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(1), 58-68. <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151615868>
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M. y Estrada, V. (2012). *Technology Outlook for STEM+ Education 2012-2017: An NMC Horizon Report Sector Analysis*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Lerís, D. y Sein-Echaluce, M.L. (2011). La personalización del aprendizaje: un objetivo del paradigma educativo centrado en el aprendizaje. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, 187 (3), 123-134. http://dx.doi.org/10.3989/arbor.2011.iExtra_3
- Marsh, H. W. y Roche, L. A. (1997). Making students' evaluations of teaching effectiveness effective. The critical issues of validity, bias and utility. *American Psychologist*, 52(11), 1187-1197. <http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.52.11.1187>

- Miliband, D. (2006). Capítulo 1 “Choice and Voice in Personalised Learning”, pp. 21-30, *Schooling for tomorrow—Personalising Education*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264036604-2-en>
- Rey-López, M., Brusilovsky, P., Meccawy, M., Díaz-Redondo, R., Fernández-Vilas, A. y Ashman, H. (2008). Resolving the problem of intelligent learning content in learning management systems. *International Journal on E-Learning*, 7(3), 363-381.
- Roda, C., López-Jaquero, V. y Montero, F. (2015). Hacia la caracterización de la calidad de interacción. *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction*, 429-437. Septiembre de 2015, Vilanova i la Geltrú, Barcelona, Spain.
- Sein-Echaluze, M. L., Lerís, D. y Fidalgo, A. (2011). Diseño instruccional adaptativo de cursos online en Ingeniería. *Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTDI)* - IEEE Conferences, 1-8, 5-6 May 2011. <http://dx.doi.org/10.1109/FINTDI.2011.5945972>
- Skinner, B. F. (1958). Teaching Machines. *Science*, 128 (3330), 969-977. doi: <http://dx.doi.org/10.1126/science.128.3330.969>
- Sonwalkar, N. (2013). The first adaptive MOOC: A case study on pedagogy framework and scalable cloud Architecture—Part I. En *MOOCs Forum* (Vol. 1, pp. 22–29). Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA.
- Tiarnaigh, M. (2005). *An integration of Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) with an AHS (Adaptive Hypermedia System)*. Final Year Project.
- Vassileva, D. (2010). Storyboard Design for Adaptive E-learning Based on Learning Styles (pp. 11-12). Second International Conference S3T, Varna, Bulgaria.
- Vélez, J., Baldiris, S., Nassiff, S. y Fabregat, R. (2008). Generación de cursos virtuales adaptativos basados en SCORM e IMS-LD. *Avances en Sistemas e Informática*, 5(3), 49-59.

Recensión de la Tesis Doctoral: Adaptación de la legislación a la Residencia “Gregorio Santiago” de Burgos de 1990 a 2000

Rafael Calvo de León

Directores: Doctora Margarita González Sánchez y Doctora Dolores Fernández Malanda.
14 de julio de 2015. Facultad de Educación. Universidad de Burgos, España. rafacal@ubu.es

Los centros de protección de menores, con sus diferentes denominaciones y tipologías, han arrastrado un lastre a lo largo de las últimas décadas del siglo pasado, que ha llevado a un debate sobre la conveniencia o no de su utilización como recurso para la atención de los niños y jóvenes en situación de desamparo o riesgo de marginación. Mientras que en otros países europeos como Finlandia o Reino Unido, entre otros, los acogimientos familiares predominaban sobre el residencial, en la década de los años 80 y 90 en España el número de altas anuales de acogimientos residenciales estaba muy por encima de los acogimientos familiares, llegando a triplicar algunos años las tasas.

Este recurso estaba sustentado sobre el modelo de grandes instituciones residenciales que hasta bien entrada la época democrática era el habitual en España. Sus características principales eran la convivencia en el mismo centro de niños que procedían del ámbito de la protección, con jóvenes que venían del ámbito judicial, además de que la residencia se convertía en el hogar para toda una vida donde se les suministraba todo aquello que

necesitaban para sobrevivir. Es decir, que todas sus necesidades estaban cubiertas en este tipo de dispositivos.

El mismo Consejo Superior de Protección de Menores comienza remodelando y transformando estas macroinstituciones en residencias más pequeñas, basándose en la idea de que la infancia que no tiene hogar no debe de estar sometida a un encierro prolongado en grandes centros, sino que separados de sus familias deberán vivir en recursos más reducidos, modelos más familiares y con personas profesionales de referencia.

Con los Estatutos de Autonomía, las diferentes comunidades autónomas van adquiriendo una importante independencia y van adquiriendo a través de sus Leyes de Acción Social y Servicios Sociales, las competencias en materia de protección de menores, como es el caso de la Comunidad de Castilla y León, que contaba en el año 2002 con 79 centros, de los cuales 13 eran unidades residenciales de protección y atención a los menores en riesgo. Nuestro trabajo tiene por objetivo principal analizar la evolución de una de estas residencias, en concreto, la Residencia

“Gregorio Santiago” de Burgos, centro de protección de menores, bajo la influencia y las exigencias de las distintas normativas nacionales y autonómicas respecto a la atención de los niños y jóvenes en acogimiento residencial en la década de los años 90.

Después de profundizar en los importantes cambios producidos en las políticas sociales en relación a la infancia, a raíz, principalmente, de la instauración de la democracia en España y del estado del Bienestar, hemos revisado las normas de carácter autonómico que más han incidido en el funcionamiento cotidiano de las residencias de atención a los menores en desamparo. Una vez revisado el marco legislativo, hemos aportado diferentes concepciones y definiciones que sobre el término de acogimiento residencial han escrito los principales investigadores, y que nos revelan la importancia de este recurso, que ha sido el más utilizado en proteger a la infancia y, también, el que más críticas ha recibido a lo largo de la historia.

Para conocer en profundidad todas las áreas de actuación de la Residencia “Gregorio Santiago” hemos elaborado nuestro propio instrumento de recogida de información, consistente en 70 tablas, donde hemos tabulado todos los datos encontrados tanto en las memorias anuales, el proyecto de centro, el libro de altas y bajas, así como en otros documentos. Con posterioridad hemos obtenido unos resultados en profundidad sobre las características generales, el perfil de los menores acogidos, la organización y gestión para finalizar con la programación

residencial.

Las principales conclusiones que nos permiten contrastar el grado de cumplimiento de las normativas puestas en marcha por la Comunidad Autónoma de Castilla y León, son las siguientes:

- Los objetivos programados por el equipo educativo de la Residencia respecto al área familiar iban encaminados, especialmente en los últimos cursos, a favorecer la integración de los menores con sus familias, preparando y facilitando el camino para una exitosa vuelta a casa.
- La distribución por hogares y la ratio de equipamiento por niño hace, según la información recogida, que el residente tenga un mayor bienestar personal al asemejarse las propias dependencia a su propio domicilio.
- Tanto las reuniones como las comunicaciones entre los educadores y el equipo técnico del Centro, han ayudado a un mejor seguimiento del trabajo con los niños y jóvenes.
- El Plan Individual de Intervención y el Plan Educativo Individual han sido los ejes vertebradores del trabajo educativo personal con cada uno de los menores de la Residencia.
- El papel del personal de servicios generales en esta década también ha sido imprescindible en la normalización y adaptación de los menores a la Residencia, aportando un aprendizaje no formal en su quehacer cotidiano, y enseñando aprendizajes complementarios



como limpiar, cocinar, mantenimiento del Centro, etc.

- La figura y el trabajo profesional de los educadores son factores y recursos educativos muy importantes en todo el proceso del acogimiento residencial de los menores. La función del “tutor” ha sido imprescindible en el seguimiento individual y en el trabajo de integración social, pues ha sido una labor muy personalizada. La pertenencia a un hogar con pocos compañeros hace que la vinculación al grupo sea más afectiva, mejorando el clima de la Residencia.

Después de toda la información recogida en nuestra tesis, queremos aportar para el trabajo con los niños y jóvenes acogidos temporalmente en este tipo de establecimientos, las siguientes recomendaciones y propuestas:

- Una vez detectada la situación de riesgo o desamparo por parte de los Servicios Básicos de Acción Social o desde los propios Servicios de Atención a la Infancia, se deberá de emprender todas las actuaciones posibles para que el niño no sea susceptible de un acogimiento residencial. El trabajo prioritario será dentro de su entorno familiar. Es muy importante el trabajo educativo y de mediación con los padres y familiares para poder resolver las posibles causas que han creado el problema.
- Con el objetivo de facilitar en todo momento la medida adoptada, como la implicación y participación en el trabajo con el menor en la familia, se deberá contar

con la aprobación y el consentimiento de cualquier medida con la aprobación y el compromiso por escrito de esta. De este modo se podrán realizar acciones conjuntas con los equipos técnicos y educadores, y preparar de manera óptima la vuelta al hogar.

- Cuando se toma una medida de acogimiento residencial y se deba ingresar a un menor en un centro de protección, por no encontrar una solución más adaptada a este, el proceso de incorporación deberá ser en la medida de lo posible progresivo y muy elaborado. Esta medida deberá estar apoyada en todo momento por sus padres, tutores y familia.
- La normativa autonómica dictamina que se revise la medida cada seis meses con el fin de que el menor no prolongue más allá del tiempo necesario su estancia en la Residencia, y nos parece necesario que se cumpla esta medida. Aunque también es muy importante no romper el trabajo educativo de cada residente a través de su Programa de intervención individual, por lo que pedimos la vuelta a casa siempre que no afecte de manera importante este proceso personal.
- En el momento de salida del joven de la Residencia, deberá tenerse en cuenta: la consecución de las metas alcanzadas, la opinión de los educadores y de los técnicos de la Sección de Infancia; pero también es necesaria la de los propios jóvenes y la de los familiares de los mismos. No debería producirse salida alguna del centro sin el

acuerdo de todos estos protagonistas, pero especialmente sin la opinión del afectado.

- Muchos menores, al cumplir la mayoría de edad, tienen que abandonar el centro, y, en ocasiones, no tienen lugar donde ir, un proyecto de vida por desarrollar, por lo que todo joven que termina su estancia en la Residencia debería llevar consigo un proyecto vital con su plan de seguimiento, consensuado entre los profesionales, el afectado y la familia cuando fuera posible. Sería conveniente un educador de referencia encargado de
- realizar el seguimiento durante el tiempo que se estimara oportuno.
- Con técnicos de la Residencia, de los servicios comunitarios, de la Sección de la Junta de Castilla y León y la familia, se deberían realizar más reuniones de trabajo cada cierto tiempo, para hacer el seguimiento de los menores. Estos encuentros deberían estar auspiciados por el educador-tutor del menor con el fin de valorar la evolución y poder cerrar el proceso.



Lista de Revisores del Volumen 16 (2015)

Aguaded Gómez, José Ignacio	Lerís López, María Dolores
Agustín Lacruz, Carmen	Manuel Dodero, Juan
Arcelina Marques, María	Martínez Abad, Fernando
Arias Blanco, José Miguel	Meléndez Rodríguez, Lady
Armando Valente, José	Morales Morgado, Erla Mariela
Burguera Condón, Joaquín Lorenzo	Olmos Migueláñez, Susana
Conde González, Miguel Ángel	Ortega Sánchez, Isabel
Cruz Benito, Juan	Palés Argullós, Jorge Luis
Curto Diego, Belén	Prados Carrasco, Ferrán
Escudero Muñoz, Juan Manuel	Ramírez Montoya, María Soledad
Ferrás Sexto, Carlos	Rodríguez Conde, María José
Fidalgo Blanco, Ángel	Rodríguez, Pilar
García Holgado, Alicia	Ruipérez, Germán
García Jiménez, Eduardo	Sánchez Alonso, Salvador
García Peñalvo, Francisco José	Sánchez I Peris, Francesc Josep
Gargallo López, Bernardo	Sarasa, Antonio
Gimeno Arlanzón, Begoña	Sarmento, João
Hernández García, Ángel	Sein-Echaluze Lacleta, María Luisa
Hernández Ramos, Juan Pablo	Seoane Pardo, Antonio Miguel
Hernández-Leo, Davinia	Sierra Rodríguez, José Luis
Ibarra Sáiz, María Soledad	Torrecilla Sánchez, Eva María
Juanes Méndez, Juan Antonio	Zapata Ros, Miguel

Diciembre
2015
vol. 16 n°4
e-ISSN:
2444-8729



<http://dx.doi.org/10.14201/eks20151641163>