

E K S
SOCIETY

<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171174>

Marzo 2016
vol. 17 n.º 1

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

WEB

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

DOI

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

e-ISSN

2444-8729

COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

Jordi ADELL SEGURA, Universidad Jaume I, Spain

José Ignacio AGUADED GÓMEZ, Universidad de Huelva, Spain

Gustavo R. ALVES, Polytechnic of Porto - School of Engineering, Portugal

José Miguel ARIAS BLANCO, Universidad de Oviedo, Spain

Héctor Gonzalo BARBOSA LEÓN, Instituto Tecnológico de Colima, Mexico, Mexico

José Antonio CARIDE GÓMEZ, Universidad de Santiago de Compostela, Spain

Javier ALFONSO CENDÓN, Universidad de León, Spain

María Pilar COLÁS, Universidad de Sevilla, Spain

Miguel Ángel CONDE GONZÁLEZ, Universidad de León, Spain

José Antonio Cordon Garcia

Belén CURTO DIEGO, Universidad de Salamanca, Spain

Juan Manuel ESCUDERO MUÑOZ, Universidad de Murcia, Spain

Carlos FERRÁS SEXTO, Universidad de Santiago de Compostela, Spain

Ángel FIDALGO BLANCO, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Elena GARCÍA BARRIOCANAL, Universidad de Alcalá, Spain

Francisco José GARCÍA PEÑALVO, Universidad de Salamanca, Spain

Ana GARCÍA-VALCÁRCEL MUÑOZ-REPISO, Universidad de Salamanca, Spain

José Adriano GOMES PIRES, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Raquel GÓMEZ DÍAZ, Universidad de Salamanca, Spain

Ignacio GONZALEZ LÓPEZ, Universidad de Córdoba, Spain

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

Begoña GROS SALVAT, Universidad de Barcelona, Spain

José GUTIÉRREZ-PÉREZ, Universidad de Granada, Spain

Ángel HERNÁNDEZ GARCÍA, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

María Soledad IBARRA SÁIZ, Universidad de Cádiz, Spain

Juan José IGARTUA PEROSANZ, Universidad de Salamanca, Spain

José Antonio JERÓNIMO MONTES, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

Gonzalo JOVER OLMEDA, Universidad Complutense de Madrid, Spain

Juan Antonio JUANES MÉNDEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Nick KEARNEY, ANDAMIO EDUCATION, United Kingdom

Dolores LERÍS LÓPEZ, Universidad de Zaragoza, Spain

Faraón LLORENS LARGO, Universidad de Alicante, Spain

Márcia LOPES REIS, UNESP -Faculdade de Ciências, Brazil

María Arcelina MARQUES, Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 4200-072 Porto, Portugal

Fernando MARTÍNEZ ABAD, Universidad de Salamanca, Spain

Miguel Martínez Martín, Universidad de Barcelona

Lady MELÉNDEZ RODRÍGUEZ, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, Costa Rica

Barbara MERRILL, University of Warwick, United Kingdom

Milos MILOVANIC, University of Belgrade, School of business administration, Serbia and Montenegro

Rafael MOMPÓ, Freelance, Spain

Erla Mariela MORALES MORGADO, Universidad de Salamanca, Spain

Luis NÚÑEZ CUBERO, Universidad de Sevilla, Spain

Susana OLMOS MIGUELÁÑEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Isabel ORTEGA SÁNCHEZ, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain

Juan de PABLOS PONS, Universidad de Sevilla, Spain

Luis PALÉS ARGULLÓS, Universidad de Barcelona, Spain

Salvador PEIRÓ I GREGORI, Universidad de Alicante, Spain

Ferrán PRADOS CARRASCO, University College of London, United Kingdom

María José RODRÍGUEZ CONDE, Universidad de Salamanca, Spain

Gregorio RODRÍGUEZ GÓMEZ, Universidad de Cádiz, Spain

María Soledad RAMÍREZ MONTOYA, Tecnológico de Monterrey, Mexico

Dra. Clara Romero Pérez, Universidad de Sevilla, Spain

Germán RUIPÉREZ, UNED, Spain

Salvador SÁNCHEZ-ALONSO, Universidad de Alcalá, Spain

María Cruz SÁNCHEZ GÓMEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Francesc Josep SÁNCHEZ I PERIS, Universidad de Valencia

Oswaldo SANHUEZA HORMAZÁBAL, Universidad de Concepción, Chile

Fernando Manuel SANTOS RAMOS, Universidad de Aveiro, Portugal

João SARMENTO, Geography Department, University of Minho and Centre for Geographical Studies, University of Lisbon, Portugal, Portugal

María Luisa SEIN-ECHALUCE LACLETA, Universidad de Zaragoza, Spain

Antonio Miguel SEOANE PARDO, Universidad de Salamanca, Spain

Miguel Ángel SICILIA URBÁN, Universidad de Alcalá, Spain

Peter SLOEP, Open University of the Netherlands, Netherlands

Roberto THERÓN SÁNCHEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Jorge VALDIVIA G UZMÁN, Universidad de Concepción, Chile

José Armando VALENTE, Universidade de Campinas, Brazil

Jesús VALVERDE BERROCOSO, Universidad de Extremadura, Spain

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

TABLA DE CONTENIDOS / TABLE OF CONTENTS

7 La tercera misión / The third mission

A finales del siglo XX, en el contexto de la construcción de una Sociedad del Conocimiento (Bell, 1973), surge, especialmente con foco en el Reino Unido, una corriente crítica del papel, misión y función de la Universidad.

19 Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje basado en proyectos / Sustainable assessment of learning experiences based on projects

Este artículo describe una metodología de evaluación orientada al aprendizaje y un framework software de datos abiertos aplicable a la evaluación de proyectos de desarrollo colaborativo.

45 Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos / Motivation and Academic Improvement Using Augmented Reality for 3D Architectural Visualization

This paper discuss about the results from the evaluation of the motivation, user profile and level of satisfaction in the workflow using 3D augmented visualization of complex models in educational environments.

65 Una experiencia de aprendizaje combinado en Estadística para estudiantes de Psicología usando la evaluación como herramienta de aprendizaje / A Blended Learning Experience in Statistics for Psychology Students Using the Evaluation as a Learning Tool

En esta experiencia se han combinado enfoques que priorizan el uso de las TIC con otros donde la evaluación se convierte en un elemento de aprendizaje.

87 Gamification: metodologia para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem / Gamification: Methodology to Engage and Motivate Students in the Learning Process

Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre o conceito de Gamification, descrevendo alguns exemplos relevantes que facilitam compreender como pode ser implementado, propondo questões a refletir no momento de aplicar esta nova metodologia a contextos educacionais.

109 Lectura Musical en el ámbito digital; aplicaciones para tablets / Music Reading in Digital Environments; Apps for Tablets

Se analizan las características y los procesos más genéricos dentro de la lectura musical, las formas y aplicaciones más comunes de estos modelos de lectura y se describen brevemente los sistemas de notación y los códigos más utilizados.

129 Análisis y evaluación de las competencias del Grado en Información y Documentación en la Universidad de Zaragoza / Analysis and Evaluation of the Skills of the Degree in Information and Documentation at the University of Zaragoza

Se estudian las competencias específicas descritas en las guías docentes publicadas del grado en Información y Documentación de la Universidad de Zaragoza.

147 Understanding the barriers to virtual student placements in the Semester of Code / Comprendiendo las barreras para el desarrollo de las prácticas virtuales de los estudiantes en el Semester of Code

The Semester of Code initiative organised virtual placements for university students around Europe, working on authentic business problems using open source software.

La tercera misión

The third mission

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

Resumen

El editorial de este primer número del volumen 17, correspondiente al año 2016, se dedica a las relaciones universidad-empresa-sociedad en lo que se conoce como la Tercera Misión de la Universidad o como la misión de la transferencia de conocimiento.

Palabras clave

Tercera misión; Transmisión de conocimiento; Alianza de conocimiento universidad-empresa

Abstract

The editorial of this first issue of volume 17, corresponding to 2016, is devoted to the university-business-society relationships that is usually known as Third Mission of the University or the knowledge transfer mission.

Keywords

Third mission; Knowledge transfer; University-business knowledge alliance

A finales del siglo XX, en el contexto de la construcción de una Sociedad del Conocimiento (Bell, 1973), surge, especialmente con foco en el Reino Unido, una corriente crítica del papel, misión y función de la Universidad. Como consecuencia de este proceso de reflexión se incorpora a sus dos funciones básicas de enseñanza superior e investigación una tercera misión clave para la sociedad: "producir conocimiento aplicable y fomentar la innovación, formar y reciclar profesionales cualificados a lo largo de la vida, valorizar la investigación y fomentar proyectos emprendedores o llevar a cabo proyectos de desarrollo territorial en colaboración con el resto de agentes del sistema económico" (ACUP, 2008).

Esta tercera misión incluye tareas muy diversas que son difíciles de clasificar, que involucran desde la formación continua de los profesionales, con un especial énfasis en la formación *eLearning* (García-Peñalvo & Seoane-Pardo, 2015), hasta la creación de proyectos empresariales y la inserción de laboral de titulados y doctores. En general, el paradigma de la tercera misión se basa en dos pilares principales, por un lado la responsabilidad social institucional de la universidad; y, por otro, el compromiso de transformar el conocimiento en valor económico, incidiendo en la competitividad y facilitando la innovación, la creatividad y el desarrollo cultural, científico y tecnológico (Vilalta, 2013). Es decir, los ejes principales de esta tercera misión son el emprendimiento, la innovación y el compromiso social (Bueno Campos & Casani, 2007), lo que es congruente con los conceptos que se

desarrollan a finales de la década de los noventa sobre la universidad emprendedora (Clark, 1998) y la universidad como agente de la denominada triple hélice, universidad-empresa-administración (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997).

Las relaciones universidad-empresa son imprescindibles para el éxito de la tercera misión. Sin embargo los indicadores y las experiencias de quienes participan activamente en el desarrollo de estas relaciones muestran que existe una gran distancia entre estos dos actores. La Unión Europea, consciente de este problema, promueve varios programas para estrechar esta colaboración, siendo el *Erasmus+ Key Action 2 – Knowledge Alliances* el que desde 2013 implementa estas iniciativas en Europa.

Un indicador que refleja la distancia entre la universidad y la empresa en España, y que pone de manifiesto el mucho camino que queda por recorrer, es la poca presencia de doctores en las empresas españolas. La tasa de doctores empleados en el sector empresa en España, en 2009, es inferior al 16%, mientras que para los países miembros de la OCDE la tasa está sobre el 30%, cifra que es sumamente superior en el caso de Estados Unidos, 44%, o Francia, 62%, por poner algunos ejemplos. Teniendo en cuenta además que la producción de doctores en España está en cifras equiparables a otros países del entorno, ocupando la undécima posición mundial en el año de referencia (2009) (Benito Bonito, Gil Torrubias, & Romera Ayllón, 2014).

El compromiso social de las universidades tiene que reflejarse también en su apuesta por la mejora de la empleabilidad de sus egresados y el poder transformador de la educación sobre las personas y la comunidad, pudiendo servir como medio de ascenso social a las primeras y de impulso al conjunto de la población (Portabella, 2016). En este sentido, el Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios (<https://oeeu.org/>) de la Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria de la Universidad Politécnica de Madrid ha publicado los resultados del I Barómetro de Empleabilidad y Empleo Universitarios en España (Michavila, Martínez, Martín-González, García-Peñalvo, & Cruz-Benito, 2016), cuyo sistema de información ha sido realizado por el Grupo GRIAL (García-Peñalvo et al., 2012) de la Universidad de Salamanca (Michavila, Martín-González, Martínez, García-Peñalvo, & Cruz-Benito, 2015).

Esta tercera misión de las universidades quedaba patente cuando se planteaba el mapa de la innovación educativa y se dedicaba un espacio para la extensión institucional (García-Peñalvo, 2015b). En este contexto ya se mencionaba la empleabilidad y de forma muy relacionada las prácticas de los estudiantes en las empresas.

El proyecto VALS (*Virtual Alliances for a Learning Society*) (García-Peñalvo, 2015a; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Conde, & Griffiths, 2014, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2016; García-

Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, et al., 2014), ubicado dentro del Programa de *Knowledge Alliances* de la Unión Europea, es un claro ejemplo de práctica de innovación que intenta reducir la distancia entre la universidad y la empresa. Promueve el establecimiento de alianzas de conocimiento entre entidades de educación superior y el mundo de los negocios a través empresas, fundaciones y proyectos, para llevar a cabo procesos de innovación abierta en la que se tienden puentes entre ambos mundos, el académico y el de los negocios, permitiendo una retroalimentación de lo mejor de ambos en pos de un objetivo común de desarrollo e innovación basado en filosofías abiertas (*Open Source* (Open Source Initiative, 2012), *Open Innovation* (Chesbrough, 2003), *Open Knowledge* (García-Peñalvo, García de Figuerola, & Merlo-Vega, 2010a, 2010b)). Esta colaboración, según plantea este proyecto, se instrumenta a través del desarrollo de prácticas en empresas y proyectos a nivel internacional que planteen problemas reales de negocio por parte de estudiantes, de informática y áreas de conocimiento afines, que estudian en entidades educativas europeas; en un proceso reglado a través del establecimiento de un sistema de recompensas y retribuciones (no económicas) del cual salen beneficiados todos los actores involucrados (enfoque *win-win*) (García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2015).

De las diferentes lecciones aprendidas en el proyecto VALS se destaca que no es suficiente contar con una buena práctica y la infraestructura que permita desarrollarla para lograr su éxito y su completa adopción por los actores involucrados, las prácticas virtuales en este caso concreto. La realidad que separa la academia del mundo empresarial, la resistencia al cambio y a abandonar sus respectivas zonas de confort por parte de los principales actores, y las diferencias de organización y estructura de las diferentes universidades europeas (y no solo debidas a estar en diferentes países) han sido factores determinantes para conseguir una velocidad de adopción de los procedimientos propuestos muy por debajo de la esperada (García-Peñalvo, 2014), lo que de nuevo pone de manifiesto la distancia existente y el enorme camino que queda por recorrer para tener una cultura de la transferencia de conocimiento entre universidad-empresa-sociedad totalmente asentada y que lleve a una universidad más alineada con la sociedad del conocimiento (Berlanga, García-Peñalvo, & Sloep, 2010; García-Peñalvo, 2011) y las reglas de juego que se erigen sobre una infraestructura de información que crece exponencialmente en lugar de sobre una perspectiva más industrial y estática (Stevenson, 2011).

Contenidos del número

Este primer número del volumen 17 incluye siete artículos regulares. El primero de ellos lleva por título "Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje basadas en proyectos" y ha sido realizado por Traverso-Ribón *et al.* (2016). En este trabajo se describe una metodología de evaluación orientada al aprendizaje y un *framework* software de datos abiertos aplicable a la evaluación de proyectos de desarrollo colaborativo. Se han elaborado una rúbrica y una serie de indicadores que proporcionan

evidencias sobre las habilidades y, posteriormente, se han aplicado a un curso basado en proyectos de pequeña escala. La experiencia ha proporcionado evidencias a favor del método de evaluación y el *framework* de datos abiertos para hacer la evaluación del trabajo en equipo más sostenible.

El siguiente artículo "Motivation and academic improvement using augmented reality for 3D architectural visualization" ha sido realizado por Fonseca Escudero et al. (2016). Este artículo discute los resultados de evaluar el grado de motivación, el perfil y el nivel de satisfacción de los estudiantes en flujos de trabajo que utilizan la visualización aumentada de modelos complejos en 3D. Los resultados muestran como los estudiantes partícipes han mejorado sus resultados académicos y su implicación con la materia, un punto clave en el actual marco educativo compuesto por estudiantes nativos digitales y un gran número de aplicaciones y dispositivos para la enseñanza y el aprendizaje.

En el tercer artículo, que lleva por título "Una experiencia de aprendizaje combinado en Estadística para estudiantes de Psicología usando la evaluación como herramienta de aprendizaje" y ha sido realizado por Valentín Centeno et al. (2016), se presenta una experiencia que combina enfoques que priorizan el uso de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación, con otros donde la evaluación se convierte en un elemento de aprendizaje para la enseñanza de Estadística Aplicada a la Psicología. El desarrollo de esta experiencia ha mostrado cómo la propuesta didáctica ha sido interpretada positivamente por los estudiantes. Los estudiantes reconocieron que tenían que aprender y comprender en profundidad los conceptos básicos de la asignatura, para que ellos puedan enseñar y evaluar a sus compañeros.

Inês Araújo (2016) es la autora del cuarto artículo "*Gamification*: metodología para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem", en el que presenta una revisión de la literatura sobre el concepto de gamificación, describiendo algunos ejemplos relevantes que hacen que sea más fácil de entender cómo se puede implementar, proponer preguntas para reflexionar sobre la hora de aplicar esta nueva metodología a los contextos educativos.

El quinto de artículo lleva por título "Lectura Musical en el ámbito digital; aplicaciones para tablets" (Merchán Sánchez-Jara, 2016). En él se analizan las características y los procesos más genéricos dentro de la lectura musical, las formas y aplicaciones más comunes de estos modelos de lectura y se describen brevemente los sistemas de notación y los códigos más utilizados. Además, se analiza el desarrollo y uso de las nuevas aplicaciones para la lectura musical en dispositivos electrónicos.

En el artículo "Análisis y evaluación de las competencias del Grado en Información y Documentación en la Universidad de Zaragoza" (Agustín Lacruz & Salvador Oliván, 2016) se estudian las competencias específicas descritas en las guías docentes publicadas del grado en Información y Documentación de la Universidad de Zaragoza.

En el último de los artículos, los investigadores del proyecto europeo VALS (García-Peñalvo et al., 2013; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, et al., 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, et al., 2016) discuten los resultados de la evaluación llevada a cabo en el proyecto con el propósito de reflexionar sobre las lecciones aprendidas en el proceso de prácticas virtuales propuesto (García-Peñalvo, Griffiths, Cruz-Benito, Veenendaal, Achilleos, Wilson & Kapitsaki, 2016).

In the late twentieth century, in the context of building a Knowledge Society (Bell, 1973), a critical current arises about the role, mission and function of the University, especially focusing on UK. As a result of this reflection process, University incorporates a third mission to the its two basic functions of higher education and research. This third mission is key for the society: "producing applicable knowledge and fostering innovation, training and retraining qualified professionals throughout life, appraising research and promoting entrepreneurial projects or conduct territorial development projects in collaboration with other agents in the economic system" (ACUP, 2008).

This third mission is related to many different tasks that are not easy to classify. They involve from professionals' lifelong learning, with a special emphasis on eLearning methodology (García-Peñalvo & Seoane-Pardo, 2015) to the creation of business projects and labour insertion of graduates and doctors. In general, the paradigm of the third mission is based on two main pillars. First, the corporate social responsibility of the university, and, on the other hand, a commitment to transforming knowledge into economic value, contributing to the competitiveness and facilitating innovation, creativity and cultural, scientific and technological development (Vilalta, 2013). That is, the main axes of this third mission are entrepreneurship, innovation and social commitment (Bueno Campos & Casani, 2007). This is consistent with the concepts developed in the late nineties on the Entrepreneurial University (Clark, 1998) and the University as agent in the so known triple helix: university-business-administration (Etzkowitz & Leydesdorff, 1997).

University-business relationships are essential to the success of the third mission. However, the indicators and the developed experiences show a big gap between these two actors. European Union is aware of this problem and promotes several programmes oriented to strength this collaboration. Erasmus+ Key Action 2 – Knowledge Alliances Programme is the reference action since 2013 to implement these initiatives in Europe.

An indicator that reflects the existing gap between University and Business in Spain, which means the wide road to walk in this sense, is the low presence of PhDs in the Spanish companies. PhD ratio in the Spanish business sector, in 2009, is lower than 16%, while in OECD country members this ratio is over 30%, a figure that is vastly superior in the case of the US, 44%, or France, 62%, to give some examples. Noting further that the production of doctors in Spain is comparable figures for other

neighbouring countries, because Spain occupies the eleventh position worldwide in the reference year (2009) (Benito Bonito et al., 2014).

The social commitment in the universities has to be also reflected in their bet by the improving the employability of their graduates and by the education transformation power over the people and community, because of it may serve as a means of social promotion to the individuals and impulse to the whole population (Portabella, 2016). According to this, the Observatory of University Employability and Employment (<https://oeeu.org/>) of the University Management and Policy UNESCO chair at the Tech University of Madrid has published the results of the I Barometer about Spanish University Employability and Employment (Michavila et al., 2016), whose information system has been developed by GRIAL research group (García-Peñalvo et al., 2012) of the University of Salamanca (Michavila et al., 2015).

This third mission of the universities was presented in the educational innovation map area devoted to institutional extension (García-Peñalvo, 2015b). In this context, the employability and the students' internships were specially mentioned.

VALS (*Virtual Alliances for a Learning Society*) project (García-Peñalvo, 2015a; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Conde, & Griffiths, 2014, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2016; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, et al., 2014), within the European Union Knowledge Alliances Programme, is a good representative of innovation practice oriented to reduce the university-business gap. It promotes the establishment of knowledge alliances among Higher Education Institutions and the Business world through corporations, foundations and projects, to carry out open innovation processes creating collaboration bridges between the Academia and Business, which allows obtaining feedback from the best of both in pursuit of a common goal of development and innovation based on open philosophies (Open Source (Open Source Initiative, 2012), Open Innovation (Chesbrough, 2003), Open Knowledge (García-Peñalvo, García de Figuerola, & Merlo-Vega, 2010a, 2010b)). The collaboration proposed by this project is implemented through the development of practices in companies and projects worldwide that pose real business problems by students that study computer sciences and other related areas in European educational institutions, in a process regulated by establishing a system of rewards and non-economic compensations which benefits all stakeholders (a win-win approach) (García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2015).

From VALS experience and its lessons learned it is interesting to underline that is not enough having a good practice and the infrastructure that allows its development in order to be success and achieve a full adoption by the involved actor, the virtual placements in this specific case. The separating reality from business academy; the resistance to change and to leave their comfort zones by the main actors; and the differences about organization processes and structures in the European universities (even

in the same country) have been the decisive factors in achieving a speed of adoption of the proposed procedures well below the expected (García-Peñalvo, 2014). This again shows the distance and the huge road that lies ahead for a culture of knowledge transfer between university-business-society fully seated, proper to a more aligned university with the Knowledge Society (Berlanga, García-Peñalvo, & Sloep, 2010; García-Peñalvo, 2011) and with the rules that are built on an information infrastructure that grows exponentially rather than on an industrial and static perspectives (Stevenson, 2011).

Contents of the issue

This first volume 17 issue includes seven regular papers. The first one is entitled “Sustainable assessment of learning experiences based on projects” by Traverso-Ribón et al. (2016). This work describes a learning-oriented evaluation methodology and an open data framework that can be applied to collaborative project settings. An evaluation rubric and a series of indicators that provide evidences about the developed skills have been elaborated and applied in a small-scale project-based course. Projects were managed and developed with the help of an open source software forge that contains a ticketing tool for planning and tracking of tasks, a version control repository to save the software outcomes, and using a wiki to host text deliverables. The experience provides evidences in favour of using the assessment method and open data framework to make teamwork evaluation more sustainable.

Next paper “Motivation and academic improvement using augmented reality for 3D architectural visualization” by Fonseca Escudero et al. (2016) discusses the results from the evaluation of the motivation, user profile and level of satisfaction in the workflow using 3D augmented visualization of complex models in educational environments. The results show us how the students involved in the experiments improved their academic results and their implication in the subject, which allow us to conclude that the hybrid technologies improve both spatial skills and the student motivation, a key concept in the actual educational framework composed by digital-native students and a great range of different applications and interfaces useful for teaching and learning.

The third paper “A blended learning experience in Statistics for Psychology students using the evaluation as a learning tool” by Valentín Centeno et al. (2016) presents an experience that combines approaches that prioritize the use of ICT (Information and Communication Technologies) with other where evaluation becomes an element of learning in a course of Applied Psychology. This has involved the use of virtual platforms to support teaching that facilitate learning and activities where no face-to-face are combined. The development of this experience has shown how the didactic proposal has been positively interpreted by students. Students recognized that they had to learn and deeply understand the basic concepts of the subject, so that they can teach and assess their peers.

Inês Araújo (2016) is the author of the fourth paper “Gamification: methodology to engage and

motivate students in the learning process". It is devoted to present a literature review on the concept of gamification, describing some relevant examples that make it easier to understand how it can be implemented, proposing questions to ponder when applying this new methodology to educational contexts.

The fifth paper is entitled "Music Reading in digital environments: Apps for tablets" (Merchán Sánchez-Jara, 2016). It analyses the most generic characteristics and processes amongst musical reading and describes the most common forms and applications of these reading models and the most widely used codes and notation systems. Although, it analyses the development and use of new technologies for reading music in electronic devices.

En el se analizan las características y los procesos más genéricos dentro de la lectura musical, las formas y aplicaciones más comunes de estos modelos de lectura y se describen brevemente los sistemas de notación y los códigos más utilizados. Además, se analiza el desarrollo y uso de las nuevas aplicaciones para la lectura musical en dispositivos electrónicos.

In the paper "Analysis and evaluation of the skills of the Degree in Information and Documentation at the University of Zaragoza" (Agustín Lacruz & Salvador Oliván, 2016) the specific skill described in the teaching guides of the Degree in Information and Documentation of the University of Zaragoza are studied.

In the last paper, researchers of VALS European Project (García-Peñalvo et al., 2013; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, et al., 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, et al., 2016) discuss the results of the evaluation work carried out in the project with the aim to reflect about the lessons learned from the proposed virtual placement process (García-Peñalvo, Griffiths, et al., 2016).

Referencias

ACUP. (2008). *Libro Blanco de la Universidad de Cataluña*. Barcelona: Associació Catalana d'Universitats Públiques.

Agustín Lacruz, M. C., & Salvador Oliván, J. A. (2016). Análisis y evaluación de las competencias del Grado en Información y Documentación en la Universidad de Zaragoza. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 129-145. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171129145>

Araújo, I. (2016). Gamification: metodologia para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 87-107. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks201617187107>

Bell, D. (1973). *The coming of post-industrial society: A venture in social forecasting*. New York, USA: Basic Books.

Benito Bonito, M., Gil Torrubias, P., & Romera Ayllón, R. (2014). *El empleo de los doctores en España y su relación con la I+D+i y los estudios de doctorado*. Las Palmas de Gran Canaria, España: Conferencia de Consejos Sociales de las Universidades Españolas.

Berlanga, A. J., García-Peñalvo, F. J., & Sloep, P. B. (2010). Towards eLearning 2.0 University. *Interactive Learning Environments*, 18(3), 199-201. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2010.500498>

Bueno Campos, E., & Casani, F. (2007). La tercera misión de la Universidad. Enfoques e indicadores básicos para su evaluación. *Economía Industrial*, 366, 43-59.

Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

Clark, B., Oxford. (1998). *Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation*. Oxford: Pergamon.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). *Universities and the Global Knowledge Economy. A triple of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. London: Pinter.

Fonseca Escudero, D., Redondo Domínguez, E., & Valls, F. (2016). Motivation and academic improvement using augmented reality for 3D architectural visualization. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 45-64. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks20161714564>

García-Peñalvo, F. J. (2011). La Universidad de la próxima década: La Universidad Digital. In C. Suárez-Guerrero & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *Universidad y Desarrollo Social de la Web* (pp. 181-197). Washington DC, USA: Editandum.

García-Peñalvo, F. J. (2014). *VALS Project – One year after*. Paper presented at the Thematic Cluster Meeting “Knowledge Alliances” in Brussels at November 7th, 2014. <http://hdl.handle.net/10366/125221>

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

García-Peñalvo, F. J. (2015b). Mapa de tendencias en Innovación Educativa. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(4), 6-23. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164623>

García-Peñalvo, F. J., Álvarez Navia, I., García-Bermejo, J. R., Conde-González, M., García-Holgado, A., Zangrando, V., Seoane-Pardo, A. M., Cruz-Benito, J., Lee, S., Elferink, R., Veenendaal, E., Zondergeld, S., Griffiths, D., Sharples, P., Sherlock, D., de Toni, A. F., Battistella, C., Tonizza, G., de Zan, G., Papadopoulos, G. A., Kapitsaki, G., Achilleos, A. P., Mettouris, C., Cheung, S., Guerrero, Z., He, E., Alier, M., Mayol, E., Casany, M. J., Wilson, S., Wilson, R., & Johnson, M. (2013). VALS: Virtual Alliances for Learning Society. In F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, & J. Cruz-Benito (Eds.), *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects* (pp. 19-26). Salamanca, Spain: Grupo GRIAL.

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. (2015). 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. (2016). 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)*, 11(1). doi:<http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2016.2518461>

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. doi:10.1145/2669711.2669982

García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo-Vega, J. A. (2010a). Open knowledge management

in higher education. *Online Information Review*, 34(4), 517-519.

García-Peñalvo, F. J., García de Figuerola, C., & Merlo-Vega, J. A. (2010b). Open knowledge: Challenges and facts. *Online Information Review*, 34(4), 520-539. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/14684521011072963>

García-Peñalvo, F. J., Griffiths, D., Cruz-Benito, J., Veenendaal, E., Achilleos, A. P., Wilson, S. & Kapitsaki, G. (2016). Understanding the barriers to virtual student placements in the Semester of Code. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 147-173. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171147173>

García-Peñalvo, F. J., Rodríguez-Conde, M. J., Seoane-Pardo, A. M., Conde-González, M. Á., Zangrando, V., & García-Holgado, A. (2012). GRIAL (GRupo de investigación en InterAcción y eLearning), USAL. IE Comunicaciones. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*(15), 85-94.

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>

Merchán Sánchez-Jara, J. F. (2016). Lectura Musical en el ámbito digital: Aplicaciones para tablets. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 109-128. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171109128>

Michavila, F., Martín-González, M., Martínez, J. M., García-Peñalvo, F. J., & Cruz-Benito, J. (2015). Analyzing the employability and employment factors of graduate students in Spain: The OEEU Information System. 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. 277-283). New York, USA: ACM. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2808580.2808622>

Michavila, F., Martínez, J. M., Martín-González, M., García-Peñalvo, F. J., & Cruz-Benito, J. (2016). *Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados)*. Madrid: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios.

Open Source Initiative. (2012). The Open Source Definition. Retrieved from <http://opensource.org/docs/osd>

Portabella, J. (2016). *Presentación. Barómetro de Empleabilidad y Empleo de los Universitarios en España, 2015 (Primer informe de resultados)* (pp. 8-9). Madrid: Observatorio de Empleabilidad y Empleo Universitarios.

Stevenson, M. (2011). *Un viaje optimista por el futuro* (2ª ed.). Barcelona: Galaxia Gutenberg.

Traverso-Ribón, I., Balderas-Alberico, A., Doderó, J. M., Ruiz-Rube, I., & Palomo-Duarte, M. (2016). Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje basadas en proyectos. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 19-43. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171943>

Valentín Centeno, A., González-Tablas Sastre, M. M., López Pérez, M. E., & Mateos García, P. M. (2016). Una experiencia de aprendizaje combinado en Estadística para estudiantes de Psicología usando la evaluación como herramienta de aprendizaje. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 65-85. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks20161716585>

Vilalta, J. M. (2013). *La tercera misión universitaria. Innovación y transferencia de conocimientos en las universidades españolas*. Madrid: Studia XXI. Fundación Europea Sociedad y Educación.

Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje basado en proyectos

Sustainable assessment of learning experiences based on projects

Ignacio Traverso-Ribón¹, Antonio Balderas-Alberico², Juan Manuel Dodero², Iván Ruiz-Rube², Manuel Palomo-Duarte²

¹ FZI Research Center for Information Technology, Karlsruhe, Baden-Württemberg, Germany. traverso@fzi.de

² Escuela Superior de Ingeniería, Universidad de Cádiz, Cádiz, España. {antonio.balderas, juanma.dodero, ivan.ruiz, manuel.palomo}@uca.es

Resumen

En las experiencias de aprendizaje basadas en proyectos, la monitorización detallada de las actividades de los miembros de cada equipo puede resultar de utilidad para la evaluación de su trabajo. Mediante procedimientos de evaluación, los supervisores pueden evaluar las capacidades de trabajo en equipo con una finalidad formativa. Suelen aplicarse estrategias como la auto-evaluación, la evaluación entre iguales y la co-evaluación para hacer que la evaluación formativa sea sostenible. Seguir una estrategia de evaluación no es siempre sencillo para los miembros de los equipos, pues necesitan un conocimiento razonable del proceso y los criterios de evaluación. Este artículo describe una metodología de evaluación orientada al aprendizaje y un *framework* software de datos abiertos aplicable a la evaluación de proyectos de desarrollo colaborativo. Se han elaborado una rúbrica y una serie de indicadores que proporcionan evidencias sobre las habilidades y, posteriormente, se han aplicado a un curso basado en proyectos de pequeña escala. Los proyectos se gestionaron y ejecutaron con la ayuda de una forja de software libre que incluye una herramienta de gestión de tareas para la planificación y el seguimiento, un repositorio de control de versiones para almacenar el software entregable y una wiki para almacenar los entregables textuales. La experiencia ha proporcionado evidencias a favor del método de evaluación y el *framework* de datos abiertos para hacer la evaluación del trabajo en equipo más sostenible.

Palabras clave

Evaluación del aprendizaje; Aprendizaje basado en proyectos; Forjas de Software; Wikis.

Abstract

In a project-based learning experience, the detailed monitoring of the activities in which team members participate can be useful to evaluate their work. Using learning-oriented assessment procedures, supervisors can assess the teamwork abilities with a formative purpose. Evaluation strategies such as self-assessment, peer assessment and co-assessment are often used to make evaluation formative and sustainable. Conducting an assessment strategy is not easy for team members, since they need before to have a reasonable understanding of the evaluation process and criteria. This paper describes a learning-oriented evaluation methodology and an open data framework that can be applied to collaborative project settings. An evaluation rubric and a series of indicators that provide evidences about the developed skills have been elaborated and applied in a small-scale project-based course. Projects were managed and developed with the help of an open source software forge that contains a ticketing tool for planning and tracking of tasks, a version control repository to save the software outcomes, and using a wiki to host text deliverables. The experience provides evidences in favor of using the assessment method and open data framework to make teamwork evaluation more sustainable.

Keywords

Learning assessment; Project-based learning; Software forges; Wikis.

Recepción: 11-11-2015

Revisión: 12-01-2016

Aceptación: 01-02-2016

Publicación: 01-03-2016

1. Introducción

El análisis del aprendizaje es un área de investigación que tiene por objetivo recolectar, medir, analizar e interpretar datos relativos a los estudiantes en su contexto de aprendizaje (Ferguson, 2012). Uno de los principales desafíos en este área es el desarrollar las habilidades necesarias para proporcionar *feedback* formativo sobre cómo debe ser el aprendizaje de los estudiantes (Ferguson, 2012). Entender el proceso de aprendizaje y los entornos de aprendizajes virtuales, o *Virtual Learning Environment* (VLE), que den soporte a las experiencias de aprendizaje *online* es fundamental para el aprendizaje *online*. Nuestro interés general se centra en investigar cómo las técnicas analíticas de aprendizaje pueden ser implementadas sobre alguna plataforma tecnológica para dar soporte a la evaluación del proceso de aprendizaje.

Los procedimientos de evaluación de aprendizaje se basan en la inspección de un conjunto explícito de productos o resultados de aprendizaje, habitualmente en forma de *portfolios* (Klenowski, Askew & Carnell, 2006), los cuales incluyen un conjunto de elementos que los estudiantes deben desarrollar y entregar en determinados momentos del proceso de aprendizaje. Los miembros de los equipos y los supervisores tienen que examinar un conjunto de aspectos y rellenarlos sobre algún tipo de formulario estructurado o instrumento de evaluación, como las rúbricas o escalas de valoración (Walvoord & Anderson, 2009), con una serie de valores para cada uno de los criterios definidos. El profesor o supervisor puede gestionar el proceso de aprendizaje aplicando procedimientos de evaluación sistematizados e instrumentos (Markham & Larmer, 2003) para evaluar los resultados intermedios y finales, para así poder hacer la evaluación de manera sostenible. Según Boud (Boud, 2000), una evaluación sostenible tiene como objetivo el desarrollo de un conjunto de habilidades que permita evaluar el aprendizaje de los alumnos a gran escala. La evaluación sostenible se basa en la aplicación de estrategias colaborativas, tales como la auto-evaluación y la co-evaluación (Barootchi & Keshavarz, 2002), en las cuales los propios miembros de los equipos llevan a cabo las tareas de evaluación. Esas actividades colaborativas producen una gran cantidad de datos que pueden ser difícilmente tratadas por un único supervisor de proyectos. Esto pone en evidencia un problema importante de escalabilidad, ya que esa evaluación no podría ser abordada si se incrementase el número de integrantes o el total de proyectos a analizar. Las estrategias de evaluación colaborativa pueden aliviar la carga de trabajo de los supervisores/profesores (Falchikov, 2013) mediante la utilización de instrumentos de evaluación que permitan autoevaluar o evaluar entre pares el correcto desempeño de las actividades y de sus resultados (Sadler, 2010). Esto ha demostrado ser de éxito en evaluaciones formativas que incluyen *feedback* y auto-supervisión explícita como parte de las tareas de los estudiantes (Boud, 2007). Una evaluación sostenible ofrece a los estudiantes la confianza

necesaria para progresar en su aprendizaje a lo largo de su vida, sin aumentar la carga de trabajo del personal académico (Davies, 2010).

En el caso de la auto-evaluación y de la evaluación entre pares, suele ser difícil para los miembros de los equipos saber cómo tienen que estimar tales valores y cómo proporcionar las explicaciones necesarias sobre la razón de cada valoración. Desde el punto de vista del supervisor, tales procedimientos de evaluación requieren un esfuerzo considerable si aumenta el número de proyectos, usuarios, grupos o entregables esperados. Eventualmente, la actividad de los proyectos genera una gran cantidad de datos que pueden ser difícilmente evaluados por un único supervisor de proyectos. Esto expone un problema importante de escalabilidad, en el sentido en que la evaluación podría no ser sostenible si el número de usuarios o el número de proyectos se incrementa. No siempre es deseable dejar el procedimiento de evaluación completamente en manos de los miembros de los equipos ya que podrían no estar familiarizados con la evaluación y no tener capacidad de autocrítica.

Este trabajo tiene por objetivo intentar ofrecer respuesta a la siguiente cuestión: ¿Cómo podrían los supervisores evaluar de forma sostenible los resultados de experiencias complejas de aprendizaje? La amplia diversidad de procesos de aprendizaje *online* y de entornos de aprendizaje virtuales hace complicado definir metodologías generales de evaluación aplicables de forma extensiva para todos los VLE. Por tanto, el alcance de este estudio se limita a experiencias de aprendizaje basado en proyectos, o *Project-Based Learning* (PBL), que son gestionadas con ayuda de las herramientas facilitadas por las forjas de software. PBL es un tipo de proceso de aprendizaje que se asemeja al contexto de los proyectos de desarrollo de software gestionados mediante las forjas, tales como *Assembla* o *SourceForge*. Las forjas de software son herramientas contenedoras, habitualmente basadas en aplicaciones web, que permiten planificar, gestionar, controlar y monitorizar las actividades de un proyecto. Las forjas de software habitualmente incluyen funcionalidades para el control de las tareas a desarrollar y de las incidencias, junto con herramientas wiki para escribir de forma colaborativa los entregables de los proyectos. Asimismo, los sistemas de control de versiones de código se utilizan cuando los resultados del proyecto se basan fundamentalmente en *software* (aunque no siempre es así), permitiendo almacenar y compartir todas las versiones de los entregables de código fuente. El uso de tales herramientas por parte de los usuarios permite descubrir prácticas relativas a las capacidades de trabajo en equipo, entre otras, ya que en las bases de datos internas de las forjas se almacenan las evidencias de tales prácticas.

En este contexto, hemos elaborado algunos indicadores y recomendaciones para ofrecer a los miembros de los equipos un conjunto de pistas e indicios que permitan evaluar ciertas habilidades de forma crítica, mediante el análisis de las actividades de los usuarios registradas en los *logs* de las forjas. De esta manera, se pretende que la evaluación de este tipo de experiencias de aprendizaje

sea más eficiente y sostenible. Proporcionar recomendaciones para la evaluación puede ayudar a mejorar la sostenibilidad de ese proceso (Boud, 2007). Adicionalmente, la utilización de un método que incluya indicadores de evaluación basados en la extracción y agregación de datos de evidencias desde los VLE, podrán ser de ayuda para construir tales recomendaciones, tanto para los profesores como para los estudiantes. Para los profesores, porque puede aliviar la carga de trabajo necesaria para la evaluación, y para los estudiantes, porque puede ayudarles a conocer cómo llevar a cabo los procedimientos de autoevaluación y evaluación entre pares. Se trata de los dos lados de la misma moneda de la sostenibilidad, pero vista desde diferentes perspectivas. Este artículo no se centra en los aspectos pedagógicos de la evaluación del aprendizaje, sino en cómo se puede emplear las aplicaciones web para extraer los datos que permitan llevar a cabo las experiencias de evaluación de aprendizaje asistida por ordenador.

Después de estudiar los trabajos actuales y los fundamentos relacionados con la evaluación en los VLE (véase sección 2), hemos construido un marco de trabajo para la integración de datos (véase sección 4) que permite implementar la propuesta descrita en la sección 3. Nuestra propuesta se basa en el uso de un modelo de datos simple que permita integrar los conjuntos de datos procedentes de diferentes fuentes, con el objetivo de proporcionar recomendaciones de evaluación para el aprendizaje basado en proyectos. Asimismo, se incluye un caso de estudio donde el proceso de aprendizaje PBL utiliza como VLE una serie de aplicaciones existentes en una forja de software libre. Bajo estas restricciones, hemos llevado a cabo el caso de estudio siguiendo un modelo de desarrollo de código abierto, u *Open Source Software* (OSS), el cual se adecua correctamente para experiencias colaborativas de PBL (Zhao & Elbaum, 2003).

2. Fundamentos y trabajos relacionados

Los entornos de aprendizaje virtuales son utilizados extensamente para dar soporte a las experiencias de aprendizaje. Estos entornos abarcan desde los sistemas de aprendizaje o *Learning Management Systems* (LMS), hasta las wikis, blogs o redes sociales. Estos sistemas funcionan como un registro de actividades y recursos disponibles para los participantes en el proceso de aprendizaje, haciendo que la comunicación entre ellos será más sencilla (Zafra, Gibaja, Luque & Ventura, 2011; Munkhchimeg & Baigaltugs, 2013).

Además, esto permite evaluar las competencias de los estudiantes cuando interactúan con las actividades y recursos gestionados bajo los VLE. Cuando el número de estudiantes inscritos en un curso basado en VLE es demasiado alto, los procedimientos de evaluación tradicionales no son nada sostenibles. Un ejemplo de esta situación ocurre cuando se intenta evaluar en el contexto de los

cursos masivos online o *Massive Open Online Courses* (MOOC) (Lugton, 2012; Mor & Koshinen, 2013), los cuales están dirigidos a un número ilimitado de estudiantes. La evaluación del aprendizaje en este tipo de cursos no es sostenible, a menos que se utilicen medios automatizados para ello, o empleando estrategias de evaluación basadas en la autoevaluación o en la evaluación entre pares de estudiantes (Johnson, 2013). En el resto de esta sección se analizan diversas estrategias para la evaluación sostenible del aprendizaje en el contexto de los VLE.

2.1. Autoevaluación y evaluación entre pares

Los *portfolios* o diarios de aprendizaje de los VLE (Klenowski, Askew & Carnell, 2006) se utilizan como instrumentos de evaluación principal. Gracias a ellos, se puede obtener información útil relativa al rendimiento de los estudiantes y de cómo ellos aprenden (Palomares, 2011; Gil *et al.*, 2011). De esta forma, el trabajo de los estudiantes es evaluado mediante una estrategia de autoevaluación o evaluación entre pares, para medir sus progresos y evaluar si han alcanzado o mejorado ciertas habilidades genéricas.

En (Lim, Lai & Ng, 2011) se describe cómo se aplicó esta estrategia a ciertos estudiantes. Los estudiantes que trabajaban conjuntamente en una wiki fueron evaluados por ellos mismos haciendo uso de una rúbrica para comprobar si habían conseguido el nivel de competencias requerido. En (Piedra, Chicaiza, López, Romero & Tovar, 2010; Shih, 2011) se presenta un escenario donde los entornos de aprendizaje fueron integrados con redes sociales. En este trabajo se describe cómo los profesores proporcionaban a sus estudiantes unas rúbricas, que les permitían entender cuáles son las expectativas de los instructores sobre ellos. Posteriormente, los estudiantes daban a sus compañeros la información sobre lo que habían aprendido y lo que todavía necesitaban aprender.

Experiencias parecidas pero utilizando recursos multimedia se recogen en otros trabajos. Por ejemplo, en (Martin-Cuadrado, Lopez-Gonzalez & Garcia-Arce, 2013) se muestra un proyecto donde se realizaban videoconferencias entre estudiantes de una universidad española y una norteamericana. El objetivo era mejorar el aprendizaje y las competencias de comunicación en un segundo lenguaje. En otro trabajo, descrito en (Masip-Álvarez *et al.*, 2013), se describen dos experiencias en la cual los estudiantes eran divididos en grupos y luego exponían sus trabajos ante una videocámara. Luego, estos videos eran subidos al LMS, para que ellos pudiesen observar y corregir sus propios trabajos viendo los fallos que cometían. De esta manera se pretendía evaluar si los estudiantes lograban ciertas competencias.

2.2. e-Evaluación

La e-evaluación se relaciona con aquellas propuestas que describan estrategias novedosas de evaluación usando las nuevas tecnologías. Estas estrategias se basan en el empleo de técnicas de

minería de datos, del rastreo del comportamiento y del análisis de los VLE sobre la interacción de los estudiantes (Redecker, Punie & Ferrari, 2012; Redecker & Johannessen, 2013). Los beneficios de este tipo de estrategias para los procesos de aprendizaje son incluso más sustanciales cuando el método de entrega de los ejercicios por parte de los alumnos es realizado de forma electrónica y de forma automática se lleven a cabo los procedimientos de evaluación (Amelung, Krieger & Rosner, 2011).

Sin embargo, es poco probable que la e-evaluación sustituya por completo a otras formas de evaluación, quedando todavía lejos el día en que el ordenador pueda calificar automáticamente las preguntas de tipo ensayo. De todas formas, resulta interesante investigar en recomendaciones aplicables en las prácticas de e-evaluación y las consecuencias de su aplicación, así como en ofrecer ayuda a la hora de elegir el *software* correcto, teniendo en cuenta aspectos importantes como la interoperabilidad, escalabilidad, niveles de rendimiento, capacidades de actualización, soporte y mantenimiento, seguridad, accesibilidad y coste (Wood, 2008).

En la literatura pueden encontrarse varios trabajos relacionados con la e-evaluación. Por ejemplo, en (Achcaoucaou, 2014) se presenta la herramienta *Tricuspid*, la cual permite a los estudiantes identificar sus habilidades y carencias y desarrollar estrategias personales de mejora. Además, ofrece a los profesores información adicional sobre cómo esas estrategias pueden afectar a las capacidades de los estudiantes. También ofrece información útil para la gestión de la calidad en los programas educativos, ya que permite detectar necesidades de reforzamiento de los nuevos estudiantes y ayuda a mejorar el contenido y el diseño de los futuros programas académicos.

Oele es un sistema utilizado para establecer las correspondencias entre las respuestas dadas por los estudiantes con respecto a lo definido en un mapa conceptual u ontología del dominio del conocimiento, diseñado y examinado por especialistas en el tema. En el proyecto *Ontology-Based E-Assessment for Accounting* (Litherland, Carmichael & Martínez-García, 2013) se ha desarrollado y explorado el potencial de un sistema de e-evaluación basado en una ontología que se nutre del potencial de las tecnologías semánticas emergentes. Este sistema ofrece un entorno de evaluación *online* capaz de valorar respuestas de texto libre de los estudiantes a preguntas basadas en conceptos, en lugar de a preguntas de múltiple elección basadas en hechos.

Valorar los escritos de los estudiantes suele ser una tarea que puede consumir grandes periodos de tiempo. En (Hea, Huib & Quanc, 2009) se describe cómo la evaluación asistida por ordenador puede ayudar a los profesores a mejorar este proceso y hacerlo de una manera más efectiva. En (Csapó, Ainley, Bennett, Latour & Law, 2012) se muestran algunos casos especiales donde las tecnologías de la información han ofrecido diversos avances significativos, como por ejemplo, en la evaluación de estudiantes con necesidades especiales, evaluación de capacidades colaborativas y los logros de los grupos de alumnos, etc.

3. Evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje

Nuestra propuesta consiste en un marco de trabajo para la evaluación sostenible de experiencias de aprendizaje, el cual se compone de una serie de criterios, indicadores y fuentes de datos. Esta sección incluye además un ejemplo de cómo puede ser aplicado este marco de trabajo para construir una arquitectura software para la recomendación de evaluaciones.

3.1. Criterios de evaluación

Los criterios a evaluar en el contexto de una experiencia de aprendizaje basada en proyectos pueden ser muy numerosos y cada uno de ellos puede ser evaluado para comprobar diferentes resultados de aprendizaje. Así pues, nuestro método de evaluación se ha limitado a un conjunto reducido de criterios que permiten evaluar varias competencias:

- *C1: Asignación equilibrada de tareas a los roles del proyecto.* Este criterio permite evaluar las competencias genéricas e instrumentales de *capacidad de organización y planificación*, y la de *resolución de problemas*, así como la competencia general y personal de *trabajo en equipo*.
- *C2: Uso adecuado de la forja de software.* Este criterio permite medir las competencias específicas de *conocimiento de las herramientas de desarrollo web*.
- *C3: Cumplimiento de los hitos y tareas en tiempo.* Este criterio permite medir las competencias genéricas e instrumentales de *capacidad de organización y planificación*.

3.2. Fuentes de datos e indicadores

El entorno virtual de aprendizaje es la fuente principal de los datos para el análisis de los indicadores. Asimismo, el propio VLE es un entorno de aprendizaje personal (Liber & Johnson, 2008) compuesto por diferentes herramientas ofrecidas por las forjas de software. En nuestro caso, nuestra propuesta hace uso de los siguientes sistemas para dar soporte a las capacidades esperadas en las experiencias PBL:

- *Assembla Tickets*, para la planificación y seguimiento de las tareas de desarrollo. Gracias a su interfaz programática (API), la herramienta ofrece información interesante sobre la distribución del trabajo en cada uno de los proyectos registrados. Asimismo, la herramienta es compatible con cualquiera de los entornos de desarrollo utilizados por los alumnos.
- *Subversion* y *Git*, a elección de cada equipo de proyecto, que permite gestionar el repositorio de control de versiones del código fuente. Estas herramientas registran cada uno de los cambios sobre los ficheros del proyecto, contemplando qué se modifica y quién lo hace.

- *MediaWiki*, que permite almacenar y gestionar los entregables documentales de los proyectos software, como los requisitos de software, casos de uso, etc. Se trata de la herramienta de edición colaborativa más popular y alrededor de la misma existen varias utilidades que permiten extraer información de interés.

Los siguientes indicadores fueron diseñados para observar las evidencias a favor de los criterios de evaluación, para cada aplicación que actúa como fuente de datos.

Asamblea Tickets

- Retraso en la compleción de la última tarea (*ticket*) en cada hito (*milestone*) del proyecto.
- Número de tareas abiertas, asignadas y resueltas para cada usuario y equipo.
- Intervalo de tiempo entre la creación y el cierre de cada tarea.
- Diferencia entre el número de tareas abiertas y tareas cerradas o resueltas.

MediaWiki

- Número de ediciones de texto y cantidad de texto aportado.
- Clasificación de cada miembro del equipo como contribuidor en la wiki.
- Reparto en la distribución del número de contribuciones a lo largo de la vida del wiki.

Subversion y Git

- Número de aportes (*commits*) de cada individuo y del total del equipo.
- Diferencia de tiempo entre cada par de aportes.

3.3. Modelo de datos

En la figura 1 se presenta el modelo conceptual diseñado para nuestro marco de trabajo. El elemento fundamental de este modelo es el proyecto (*project*), el cual a su vez se compone de hitos (*milestone*), tareas (*ticket*), usuarios (*user*) y resultados (*metric results*). El elemento conjunto de datos (*dataset*) hace posible analizar y comprobar el progreso de un determinado proyecto a lo largo del tiempo desde las forjas de *software*. Cada uno de los conjuntos de datos se asocia a las forjas (*forge*) de *software* en un determinado instante de tiempo.

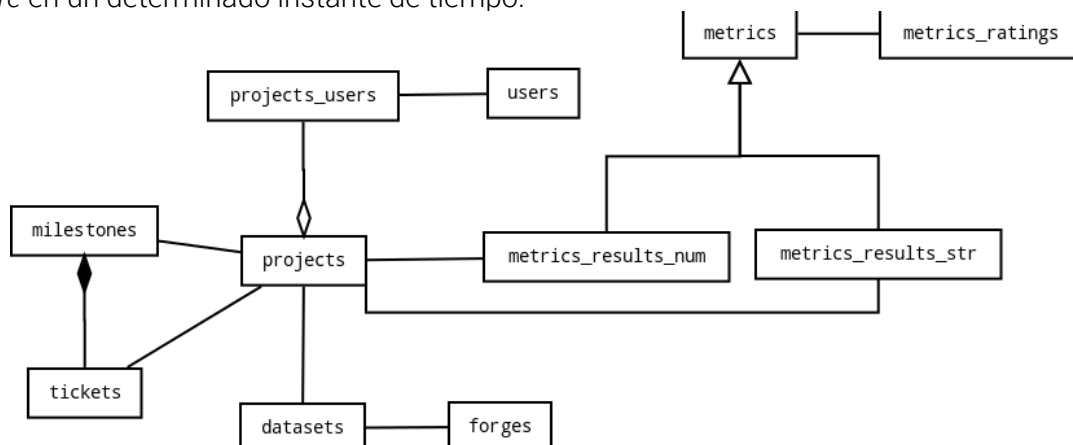


Figura 1. Modelo conceptual de datos

En la tabla 1 se recogen los principales atributos de interés de las tareas y de los hitos. Existen dos tipos fundamentales de métricas: aquellas representadas de forma numérica y aquellas basadas en texto.

Table	Metric
Tickets	Creation date
	Completion date
	Author
	Owner
	Milestone to which it belongs
	State (opened, closed, etc.)
Milestones	Creation Date
	Due date
	Completion date
	User creator

Tabla 1. Atributos de interés de las tareas e hitos

En la tabla 2 se incluyen las principales métricas que utilizamos en nuestro marco de trabajo, mientras que en la tabla 3 se indican cuáles de esas métricas se usan para evaluar cada criterio.

Type	Name	Description
Numeric	Deadline fulfillment	Retraso medio en la realización de los hitos
	Teamwork balance	Desviación típica del número de tareas asignadas a cada miembro del equipo
	Planning creations	Máximo número de días entre creaciones consecutivas de tareas
	Planning updates	Máximo número de días entre actualizaciones consecutivas de tareas
	Version control	Número máximo de días entre <i>commits</i> consecutivos
String	Resolutive capability	Usuario que ha cerrado más tareas (<i>tickets</i>)
	Leadership	Usuario que ha creado más tareas (<i>tickets</i>)

Tabla 2. Clasificación de métricas

Criteria	Metrics
C1	Teamwork balance
	Leadership
	Resolutive capability
C2	Planning creations
	Planning updates
	Version Control
C3	Deadline fulfillment

Tabla 3. Métricas utilizadas para cada criterio

Resulta de interés describir el elemento *metric_rating*, el cual representa las correspondencias entre el rango de valores de cada métrica y la puntuación o calificación (en una escala de 0 a 10) asignada por el supervisor. Por ejemplo, si el valor de la métrica *Deadline fulfillment* (que representa al retraso promedio para completar los hitos de entrega) está por debajo de 0, implica que el equipo de trabajo acaba con antelación lo prescrito para cada hito, con lo cual se le podría asignar una calificación de 10. A partir de aquí, por cada día promedio de retraso se le aminora la calificación en una unidad, esto es, 9 puntos para un promedio de 1 día de retraso, 8 puntos para un promedio de 2 días, etc.

3.4. Análisis de ejemplos de evaluación

Algunos de los indicadores que ofrecen las herramientas anteriormente descritas fueron utilizados como fuentes de evidencias para los criterios de evaluación. Por ejemplo, el criterio *C1-Asignación equilibrada de tareas a los roles del proyecto* fue observado y analizado principalmente desde dos fuentes principales: el número de tareas registradas en *Assembla Tickets* y el número de ediciones de texto llevadas a cabo sobre los entregables alojados en *Mediawiki*. Los primeros pueden ser obtenidos directamente mediante la observación de los informes generados desde la web de la propia herramienta, mientras que para calcular los segundos se requiere de una herramienta externa para ello, como *StatMediaWiki* (Palomo-Duarte, Doderó, Medina-Bulo, Rodríguez-Posada & Ruiz-Rube, 2014). Puede observarse un informe completo de las tareas llevadas a cabo (<http://bit.ly/tckblnc>) y de la distribución de las ediciones en la wiki (<http://bit.ly/wkiblnc>) por parte de los miembros de los equipos de proyecto. Estos informes estuvieron disponibles públicamente para los estudiantes durante el desarrollo del curso.

La métrica *Teamwork balance* puede ser calculada mediante el conteo del número de tareas asignadas a cada uno de los miembros de los grupos de trabajo. Por ejemplo, en la tabla 4 se muestra la distribución de tareas en un cierto equipo, donde la desviación estándar es 9, lo que muestra una distribución de tareas poco balanceada.

Student	Tickets assigned
Student1	9
Student2	4
Student3	9
Student4	27

Tabla 4. Ejemplo de distribución de tareas

Esta métrica puede ser complementada con otras procedentes de la wiki. La figura 2 muestra un diagrama con la distribución de la carga de trabajo de un determinado grupo. Puede observarse en primer lugar que el estudiante de color púrpura parece ser el líder del grupo, ya que el 80% del contenido

de la wiki es creado por ese miembro del equipo. Después de 10 días, el estudiante representado por el color azul fue el único que había ayudado al de color púrpura, ya que añadió bastante contenido, siendo responsable de la mayor parte del contenido de la wiki. Inmediatamente, los estudiantes de color verde y rojo hicieron sus primeras contribuciones. Al final (véase tabla 5), el estudiante de color azul sigue siendo el máximo contribuidor de su grupo con un 65% de las contribuciones, mientras que el resto oscila entre el 20% y el 7% de las contribuciones.

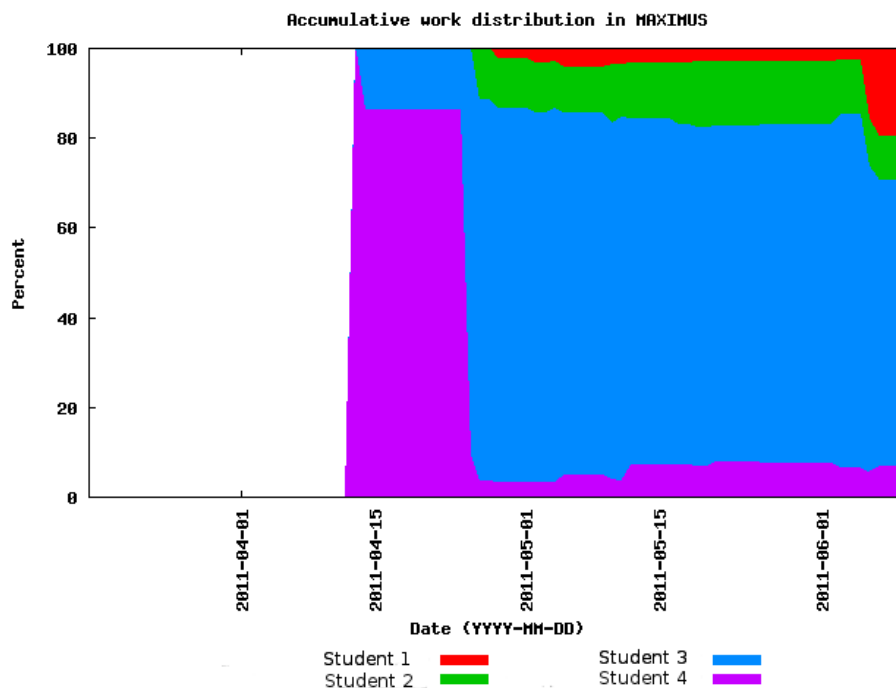


Figura 2. Distribución de la carga de trabajo

Adicionalmente los indicadores basados en las tareas asignadas o resueltas empleados para evaluar el criterio *C1-Capacidad de organización y planificación*, puede proporcionar evidencias relativas a otras competencias. Específicamente, pueden ser útiles para evaluar la *capacidad de resolución de problemas*, ya que los *tickets* no solo son un reflejo de las tareas planificadas, sino que también lo son de tareas emergentes para la resolución de incidencias.

Estas tareas son generadas durante la ejecución de los proyectos y pueden ser asignadas a los desarrolladores que desempeñan un rol diferente al inicialmente planificado, lo que se conoce como *Backup behavior*. Sin embargo, ya que las herramientas empleadas no definen los roles asignados a cada miembro de los equipos, no es factible obtener de forma sencilla indicadores que ofrezcan las evidencias de este comportamiento.

Con el objetivo de medir la actividad en el sistema de control de versiones, se ha empleado la herramienta *CVSAnaly* (Robles, Koch & González-Barahona, 2004), con la cual se puede observar el número de total de *commits* realizados y por consecuencia, el nivel de uso de este tipo de herramientas. Esta evaluación puede ser acompañada por otro indicador que mide el total de tareas creadas en

Student	Edits	Edits rate	Bytes	Bytes rate
Blue	101	51,5%	44.998	65,7%
Red	59	30,1%	13.945	20,4%
Purple	21	10,7%	4.953	7,2%
Green	15	7,7%	6.875	10,0%

Tabla 5. Contribuciones del usuario a la wiki al final del curso

la herramienta *Assembla Tickets*. La combinación de ambos indicadores permite evaluar el uso de la forja de *software* (criterio C2) a nivel de equipo. Además, es importante medir la frecuencia de esta actividad. Normalmente el objetivo es que el trabajo sea continuo durante el tiempo, sin grandes irregularidades. Las métricas *Planning creations*, *Planning updates* y *Version control* ofrecen información sobre esto. Observando la tabla 6 puede concluirse el valor de las dos primeras métricas. Los mayores periodos de inactividad son 15 y 16 días, respectivamente. La misma idea se aplica en la métrica de *Version control*, de tal modo que el periodo más largo de inactividad con respecto al control de versiones es de 5 días, tal y como se puede observar en la tabla 7.

Ticket	Creation	Elapsed days	Update	Elapsed days
1	12/01/2012	-	15/01/2012	-
2	17/01/2012	5	24/01/2012	9
3	01/02/2012	15	02/02/2012	9
4	11/02/2012	10	18/02/2012	16

Tabla 6. Creaciones y actualizaciones de tareas

Commit	Date	Elapsed days
1	14/01/2012	-
2	14/01/2012	0
3	15/01/2012	1
4	17/01/2012	2
5	17/01/2012	0
6	17/01/2012	0
7	22/01/2012	5

Tabla 7. Registro de *commits* en el control de versiones

Todas esas métricas se utilizan en un contexto en el que se supone que los desarrolladores hacen un uso adecuado de las herramientas. Para lograr este objetivo, en clase se enseñó las siguientes pautas a los alumnos:

- Todos los cambios sobre el código fuente debe reflejarse en la forja. Nadie debe desarrollar código al margen.
- Los errores detectados durante el proyecto deben registrarse en el sistema de gestión de tickets.

- La planificación del proyecto debe realizarse con la ayuda de la herramienta para gestión de hitos de *assembla*.
- Los desarrolladores deben actualizar los cambios relativos a las tareas gestionadas en el sistema de gestión de tickets.

El criterio C3 relativo al cumplimiento de los hitos en tiempo fue analizado utilizando la herramienta *Assembla Milestones*, la cual ofrece una serie de informes sobre el cumplimiento de las fechas programadas en los hitos planificados y el esfuerzo (estimado vs. incurrido) para alcanzar ese hito. En <http://bit.ly/mlstons> puede observarse el informe de los hitos de un proyecto.

La métrica *deadline fulfillment* puede ser calculada utilizando la información que aparece en la tabla 8, donde pueden comprobarse las fechas límite de cada hito de un proyecto determinado y la fecha de cierre de la última tarea asignada a ese hito. La métrica mide el número medio de días de retraso, siendo en este caso de 9 días.

Milestone	Due date	Last ticket closing	Delay
Sprint 0	18/04/2012	20/04/2012	2
Sprint 1	02/05/2012	02/05/2012	0
Sprint 2	09/05/2012	22/05/2012	13
Sprint 3	16/05/2012	22/05/2012	6
Sprint 4	23/05/2012	11/06/2012	19
Sprint 5	30/05/2012	03/06/2012	4
Sprint 6	13/06/2012	04/06/2012	-9

Tabla 8. Cumplimiento de hitos de entrega

3.5. Arquitectura

Con el objetivo de calcular las métricas descritas anteriormente implementamos una solución de integración de datos basada en el patrón *Extraction, Transformation and Load* (ETL) (Vassiliadis, 2009). En la literatura se puede encontrar algún trabajo relacionado como el utilizado en la herramienta *Spago4Q* (Colombo *et al.*, 2008) pero que está orientado al entorno industrial, y no al académico. La solución implementada se basa en la suite de análisis *Pentaho Business Intelligence* (Bouman & Van Dongen, 2009), específicamente haciendo uso de la herramienta *Pentaho Data Integration*.

El proceso de integración utiliza el API de la forja de *Assembla* y de los diferentes repositorios de código fuente para poder extraer los datos necesarios para analizar los proyectos desarrollados por los alumnos. En la figura 3 se puede observar, con un alto nivel de abstracción, cada uno de los pasos del proceso de integración.

El proceso comienza obteniendo la lista de proyectos a analizar para la evaluación. Después de eso,

el proceso se conecta a las forja utilizando la correspondiente API para descargar los metadatos del proyecto en formato XML. Luego, esos datos son transformados en un esquema común de proyectos de software independiente de la forja. De esta manera, las tareas, los hitos y el resto de información de los proyectos serán finalmente almacenados en una base de datos relacional, denominada *Abreforjas*, para su posterior procesamiento. En el anexo al artículo se incluye un extracto de código en formato RDF/Turtle correspondiente a la formalización de la base de datos.

En una segunda etapa de procesamiento todos los ficheros de código fuente almacenados en los repositorios de código de cada proyecto son descargados, haciendo uso de un script en *Python*. Luego, se emplea la herramienta *CVSAnaly*, un *software* para calcular métricas de revisiones de código fuente, con el cual se colecciona información sobre los *commits* registrados, el autor de cada uno de ellos, etc. Este proceso almacena los resultados en otra base de datos relacional.

Finalmente, una vez que los datos relativos al control de versiones y a la gestión de tareas son almacenados localmente, un proceso posterior se encarga de fusionar toda esa información en una única vista de datos global. Posteriormente, se llevan a cabo una serie de operaciones para calcular las métricas que permitan evaluar el desarrollo de las competencias planteadas. Estos resultados fueron analizados gráficamente utilizando algunas operaciones estadísticas ofrecidas por el paquete estadístico R (<http://www.r-project.org>).

Al margen de esto, la información recopilada por la herramienta *StatMediaWiki* fue tenida en cuenta para el análisis, aunque su tratamiento no fue integrado en la arquitectura de integración.

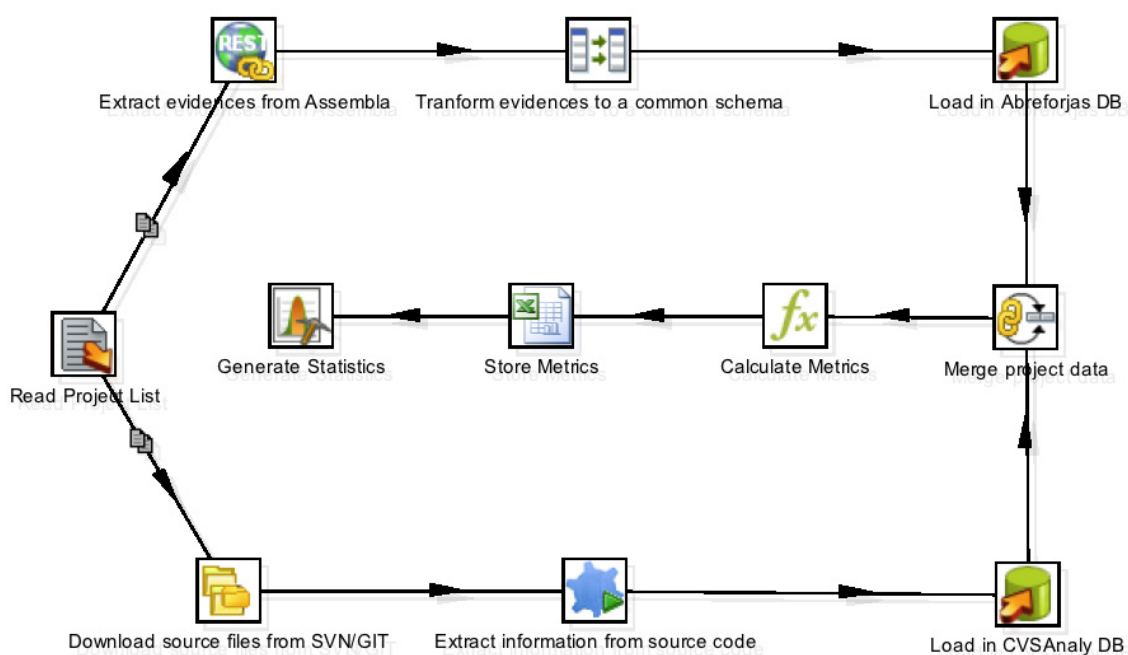


Figura 3. Proceso de integración

4. Caso de estudio

El caso de estudio descrito a continuación se centra en el contexto de una asignatura de *Ingeniería Web* de la titulación universitaria de Ingeniería Informática. Las competencias más significativas desarrolladas en esta asignatura son la capacidad de organización y planificación, y el trabajo en equipo (genéricas), el conocimiento de los métodos, técnicas y herramientas para el desarrollo de aplicaciones web (cognitivas) y su aplicación en el ciclo completo de ingeniería de una aplicación web (procedimental), además de la motivación para la calidad en el desarrollo de *software* y el aprendizaje de nuevos métodos y herramientas (actitudinal) (Hernández-Leo *et al.*, 2012).

El método utilizado se basa en el aprendizaje basado en proyectos y colaborativo. Durante la primera parte del curso (7 semanas), los estudiantes desarrollaron una serie de ejercicios, focalizados en el aprendizaje de nuevos métodos y *frameworks*, sobre una wiki. En la segunda parte (8 semanas), los alumnos trabajaron en equipos pequeños para desarrollar una aplicación web siguiendo todas las fases del ciclo de vida de ingeniería del *software*. Con idea de hacer el trabajo de los estudiantes más sencillo, se desarrolló una rúbrica con las habilidades a evaluar. Esta rúbrica fue compartida con los estudiantes para permitirles que se familiaricen con las habilidades a evaluar y que, por tanto, tengan que potenciar.

4.1. Preparación

Durante las sesiones de prácticas, a los estudiantes se les enseñó cómo evaluar las habilidades utilizando la rúbrica, usando como indicadores las métricas disponibles en la forja de software y en los instrumentos de análisis de los entregables textuales desplegados sobre la wiki. Debido a que los criterios de evaluación son numerosos (32 criterios), se encuentran publicados en el sitio web ¹ proporcionado junto con este caso de estudio. Cada uno de ellos puede ser evaluado mediante diferentes resultados de aprendizaje. Las sesiones formativas de evaluación fueron reducidas a un conjunto limitado de criterios (C1-C3) del enfoque de evaluación sostenible descrito anteriormente.

Los entregables textuales de los proyectos son alojados en la wiki de los proyectos, mientras que el código fuente se almacena en el sistema de control de versiones vinculado con a la forja de *software*. A los estudiantes se les pidió que realizaran evaluaciones formativas de sus propios entregables y de los de otros grupos. Finalmente el profesor hizo una evaluación global de los proyectos, cuyos resultados fueron publicados y discutidos en co-evaluación con los estudiantes.

¹ http://spi-fm.uca.es/spdef/#cs_susteval

4.2. Resultados

El curso PBL lo realizó un total de 4 equipos en el año 2009, y por una media de 6 o 7 equipos en los siguientes cursos académicos, desde 2010 hasta 2012. Cada equipo se compone de 4 integrantes. En las figuras 4, 5 y 6 se muestran la evolución de la puntuación obtenida para los criterios *C1-Asignación equilibrada de tareas a los roles del proyecto*, *C2-Uso adecuado de las herramientas de las herramientas de la forja de software* y *C3-Cumplimiento de los hitos y tareas en tiempo*.

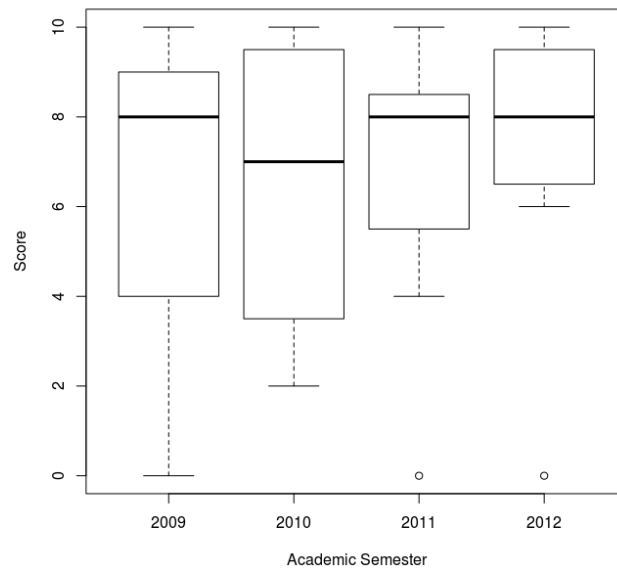


Figura 4. Evaluación del criterio C1

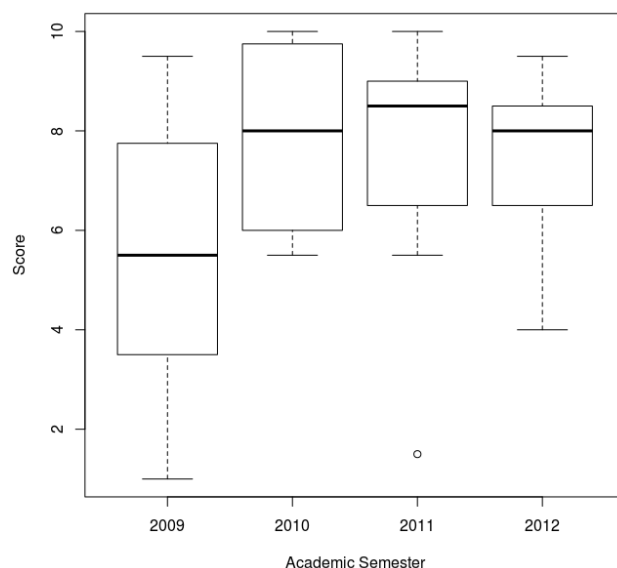


Figura 5. Evaluación del criterio C2

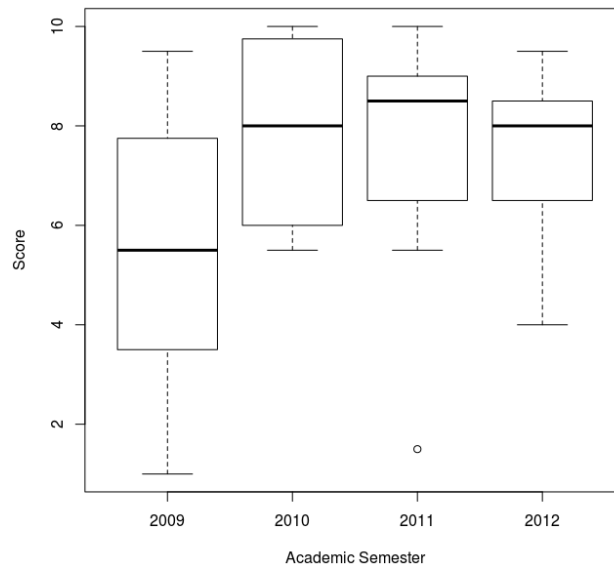


Figura 6. Evaluación del criterio C3

Hasta el momento, los resultados indican aparentemente que no hay evidencias significativas en detrimento de nuestra propuesta de evaluación sostenible mediante evaluación global de los estudiantes. Incluyendo un grupo que no siga esta metodología y exponiendo a ambos grupos el mismo examen, podría proporcionar un contraste más exacto. Con el objetivo de asegurar la reproducibilidad de los experimentos, se ha publicado un sitio web con toda la información relacionada con el caso de estudio, incluyendo la documentación del proceso de integración, el código fuente de los proyectos analizados y las métricas obtenidas para cada competencia, entre otros datos.

5. Conclusiones

En este trabajo se describe una propuesta de e-evaluación que, a diferencia de otras anteriores, se focaliza en la evaluación de experiencias de aprendizaje durante el desarrollo de proyectos *software*. Nuestro enfoque también se basa en la reutilización de la información obtenida a partir de herramientas de terceros que sirven de ayuda al proceso de desarrollo del *software*. La información recopilada por dichas herramientas permite la obtención e integración de métricas de evaluación de una manera no intrusiva.

Una forja de código es una herramienta adecuada para el soporte del desarrollo colaborativo de proyectos *software*. Sin embargo, una evaluación detallada utilizando la información recolectada por dicha forja convierte la evaluación en un proceso menos sostenible, aun cuando los miembros de los diferentes equipos se involucran en procedimientos como la autoevaluación o la evaluación por pares. En este trabajo proponemos una arquitectura para la extracción de diferentes indicadores que pueden facilitar este proceso. Dicha arquitectura está basada en diferentes sistemas de fuentes abiertas interconectados utilizando *Pentaho Data Integration* y otras aplicaciones como *Assembla* y

CVSAnalY. Para el análisis de la documentación presente en *MediaWiki* se utilizó *StatMediaWiki*. Se han utilizado modelos de datos sencillos y representaciones de datos simples. Una alternativa podría haber sido utilizar *linked data* (Bizer & Berners-Lee, 2009) para interpretar analíticas de aprendizaje. *Linked data*, sin embargo, se basa en la existencia de un número suficiente de conjuntos de datos (D'Aquin, 2012) que, desafortunadamente, no están aún disponibles. Un paso más hacia la sencillez puede observarse en la comunidad de *Linked Open Data*, que ha animado a los desarrolladores a utilizar las mismas URLs para identificar entidades en diferentes repositorios de datos (Karger, 2013). Por el momento, nos hemos apartado de los modelos de *Linked Data* para establecer una integración sencilla de datos abiertos que permita obtener los datos necesarios.

La experiencia aporta evidencias a favor del desarrollo de prácticas de evaluación sostenible en experiencias PBL. Dichas prácticas se basan en la familiarización de los miembros del equipo con un conjunto de indicadores de actividad que pueden ser utilizados para la recomendación de evaluaciones. Las notas obtenidas de esta manera son similares a las correspondientes a los cursos anteriores, estando estas sustentadas en las evidencias observadas y habiendo sido calculadas con menor esfuerzo. Además, las evaluaciones pueden ser formativas para los miembros de los equipos, dado que pueden incrementar su capacidad de pensamiento crítico. De cualquier modo, es necesario un mayor número de datos experimentales para hacer estas conclusiones más sólidas.

En ausencia de una estrategia de datos abiertos, los consumidores de fuentes de datos deben desarrollar *scrapers* que extraigan la información de las fuentes de datos no estructuradas, o bien extraer y transformar la información de cada elemento del conjunto de datos de manera manual. El enfoque de datos abiertos que afrontamos en este trabajo es el precursor necesario para conseguir analíticas de aprendizaje más sofisticadas que podrán desarrollarse en un futuro. Por ejemplo, el uso de *linked data* permitiría integrar recomendaciones formativas de evaluación en forma de proalimentación bajo herramientas externas de evaluación basada en rúbricas. Por otro lado, se pretende simplificar la definición de las diferentes métricas y procesos de evaluación como trabajo parte del futuro, extendiendo un lenguaje de dominio específico para propósitos de evaluación (Dodero, Ruiz-Rube, Palomo-Duarte & Cabot, 2012).

6. Anexo

Un extracto del vocabulario RDF utilizado por la base de datos *Abreforjas* y que define las características comunes de las herramientas de gestión de tareas como *Assembla*, *Jira*, *Redmine* o *Trac* se incluye a continuación.

```
@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .  
@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .
```

```

@prefix dc: <http://purl.org/dc/elements/1.1/> .
@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .
@prefix foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/> .
@prefix itm: <http://spi-fm.uca.es/spdef/models/genericTools/itm/1.0#> .
@prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#> .

<http://spi-fm.uca.es/spdef/models/genericTools/itm/1.0> a
owl:Ontology;
  dc:title "Issue Tracking tool Model";
  dc:modified "2013-12-15"^^xsd:date;
  foaf:page <http://spi-fm.uca.es/spdef/models/genericTools/itm/1.0.html> .
itm:Role a rdfs:Class, owl:Class .
itm:Version a rdfs:Class, owl:Class;
  rdfs:subClassOf <http://usefulinc.com/ns/doap#Version> .
itm:User a rdfs:Class, owl:Class;
  rdfs:subClassOf foaf:Person .
itm:Member a rdfs:Class, owl:Class .
itm:Tracker a rdfs:Class, owl:Class .
itm:IssueDependency a rdfs:Class, owl:Class .
itm:Issue a rdfs:Class, owl:Class .
itm:IssueCategory a rdfs:Class, owl:Class .
itm:IssueTrackingDatabase a rdfs:Class, owl:Class .
itm:Project a rdfs:Class, owl:Class;
  rdfs:subClassOf <http://usefulinc.com/ns/doap#Project> .
itm:issues a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Version;
  rdfs:range itm:Issue .
itm:language a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:User;
  rdfs:range xsd:string .
itm:login a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:User;
  rdfs:range xsd:string .
itm:tracker a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Issue;
  rdfs:range itm:Tracker .
itm:dueDate a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:Issue;
  rdfs:range xsd:date .
itm:priority a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Issue;
  rdfs:range skos:Concept .
itm:dependencies a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Issue;
  rdfs:range itm:IssueDependency .
itm:status a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Version,itm:Issue;
  rdfs:range skos:Concept .

```

```
itm:estimatedHours a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:Issue;
  rdfs:range xsd:float .
itm:name a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain
ject,itm:Version,itm:Issue,itm:Tracker,itm:IssueCategory,itm:Role;
  rdfs:range xsd:string;
  rdfs:subPropertyOf dc:title .
itm:roles a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:IssueTrackingDatabase;
  rdfs:range itm:Role .
itm:user a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Member;
  rdfs:range itm:User .
itm:issueCategories a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Project;
  rdfs:range itm:IssueCategory .
itm:completedDate a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:Version, itm:Issue;
  rdfs:range xsd:date .
itm:users a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:IssueTrackingDatabase;
  rdfs:range itm:User .
itm:permissions a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:Role;
  rdfs:range xsd:string .
itm:trackers a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:IssueTrackingDatabase;
  rdfs:range itm:Tracker .
itm:elapsedHours a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:Issue;
  rdfs:range xsd:float .
itm:description a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
  rdfs:domain itm:Project,itm:Version,itm:Issue;
  rdfs:range xsd:string;
  rdfs:subPropertyOf dc:description .
itm:projects a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:IssueTrackingDatabase;
  rdfs:range itm:Project .
itm:versions a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Project;
  rdfs:range itm:Version .
itm:type a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:IssueDependency;
  rdfs:range skos:Concept .
itm:role a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Member;
  rdfs:range itm:Role .
itm:category a rdf:Property;
  rdfs:domain itm:Issue;
```

```
    rdfs:range itm:IssueCategory .
itm:members a rdf:Property;
    rdfs:domain itm:Project;
    rdfs:range itm:Member .
itm:owner a rdf:Property;
    rdfs:domain itm:Issue;
    rdfs:range itm:Member .
itm:dependentTask a rdf:Property;
    rdfs:domain itm:IssueDependency;
    rdfs:range itm:Issue .
itm:responsible a rdf:Property;
    rdfs:domain itm:Issue;
    rdfs:range itm:Member .
itm:doneRatio a rdf:Property, owl:DatatypeProperty;
    rdfs:domain itm:Issue;
    rdfs:range xsd:float .
```

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por medio del programa PAIDI de la Junta de Andalucía en el contexto del proyecto *Asceta* (P09-TIC-5230) y mediante el programa de Proyectos de Innovación Educativa Universitaria del Personal Docente e Investigador de la Universidad de Cádiz en el contexto del proyecto *Evaluación sostenible de actividades complejas de aprendizaje en forjas de desarrollo de software* (PI2_12_030).

8. Referencias

Achcaoucaou, F., Guitart-Tarrés, L., Miravittles-Matamoros, P., Núñez-Carballosa, A., Bernardo, M. & Bikfalvi, A. (2014). Competence assessment in higher education: A dynamic approach. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 454-467. doi: <http://dx.doi.org/10.1002/hfm.20394>

Amelung, M., Krieger, K. & Rosner, D. (2011). E-Assessment as a Service. *Learning Technologies, IEEE Transactions on*, 4(2), 162-174. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/TLT.2010.24>

Barootchi, N. & Keshavarz, M. H. (2002). Assessment of achievement through portfolios and teacher-made tests. *Educational Research*, 44(3), 279-288. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/00131880210135313>

Bizer, C. H. & Berners-Lee, T. (2009). Linked data-the story so far. *Semantic Services, Interoperability and*

Web Applications: Emerging Concepts, 205-227. doi:<http://dx.doi.org/10.4018/jswis.2009081901>

Boud, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society. *Studies in continuing education*, 22(2), 151-167. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/713695728>

Boud, D. (2007). Reframing assessment as if learning were important. *Rethinking assessment in higher education: Learning for the longer term*, 14-25.

Bouman, R. & Van Dongen, J. (2009). *Pentaho Solutions: Business Intelligence and Data Warehousing with Pentaho and MySQL*. Wiley.

Colombo, A., Damiani, E., Frati, F., Oltolina, S., Reed, K. & Ruffatti, G. (2008). The use of a meta-model to support multi-project process measurement. *15th Asia-Pacific Software Engineering Conference, 2008. APSEC'08* (pp. 503-510). IEEE. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/APSEC.2008.55>

Csapó, B., Ainley, J., Bennett, R. E., Latour, T. & Law, N. (2012). Technological issues for computer-based assessment. *Assessment and teaching of 21st century skills*, 143-230. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_4

D'Aquin, M. (2012). Putting linked data to use in a large higher-education organisation. *Proceedings of the Interacting with Linked Data (ILD) workshop at Extended Semantic Web Conference (ESWC)*. Heraklion, Crete.

Davies, S. (2010). *Effective Assessment in a Digital Age*.

Dodero, J. M., Ruiz-Rube, I., Palomo-Duarte, M. & Cabot, J. (2012). Model-driven learning design. *Journal of Research and Practice in Information Technology*, 44(3), 267-288.

Falchikov, N. (2013). *Improving assessment through student involvement: Practical solutions for aiding learning in higher and further education*. Routledge.

Ferguson, R. (2012). Learning analytics: drivers, developments and challenges. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5-6), 304-317. doi:<http://dx.doi.org/10.1504/IJTEL.2012.051816>

Gala-Pérez, S. J. (2013). Intensive metrics for the study of the evolution of open source projects. *Master's thesis, Universidad Rey Juan Carlos*. <http://hdl.handle.net/10115/11518>.

Gil, C., Montoya, M. G., Herrada, R. I., Banos, R., Montoya, F. G. & Manzano-Agugliaro, F. (2011). Cooperative learning and electronic group portfolio: tutoring tools, development of competences and assessment. *International Journal of Learning Technology*, 6(1), 46-61. doi: <http://dx.doi.org/10.1504/IJLT.2011.040149>

Hea, Y., Huib, S. C. & Quanc, T. (2009). Automatic summary assessment for intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, 53(3), 890-899. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.008>

Hernández-Leo, D., Moreno, V., Doderó, J., Pardo, A., Romero-Ternero, M., Dimitriadis, Y. & Asensio-Pérez, J. I. (2012). Aplicación de Recomendaciones para la alineación de Competencias, Metodología y evaluación en asignaturas de Ingeniería Telemática, Informática y Electrónica. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 7(1), 13-20.

Johnson, D. H. (2013). Teaching a "MOOC": Experiences from the front line. *Digital Signal Processing and Signal Processing Education Meeting (DSP/SPE), 2013 IEEE*, 268-272. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/DSP-SPE.2013.6642602>

Karger, D. (2013). Standards opportunities around data-bearing Web pages. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 371(1987), 20120381. doi:<http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2012.0381>

Klenowski, V., Askew, S. & Carnell, E. (2006). Portfolios for learning, assessment and professional development in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(3), 267-286. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02602930500352816>

Liber, O. & Johnson, M. (2008). Personal learning environments. *Interactive Learning Environments*, 16(1), 1-2. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10494820701772645>

Lim, C. P., Lai, Y. C. & Ng, E. M. (2011). Using wikis to develop student teachers' learning, teaching, and assessment capabilities. *The Internet and Higher Education*, 14(1), 15-26. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2010.06.001>

Litherland, K., Carmichael, P. & Martínez-García, A. (2013). Ontology-based e-Assessment for Accounting Education. *Accounting Education*, 22(5), 498-501. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/09639284.2013.824198>

Lugton, M. (2012). *What is a MOOC? What are the different types of MOOC? xMOOCs and cMOOCs*. Reflections.

Markham, T. & Larmer, J. (2003). *Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers*. Buck Institute for Education.

Martín-Cuadrado, A. M., López-González, M. A. & García-Arce, A. (2013). Innovation Network: Videoconferencing as a Resource in Teaching Support and Autonomous Learning. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 8(3), 119-125. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2013.2273111>

Masip-Álvarez, A., Hervada-Sala, C., Pàmies-Gómez, T., Arias-Pujol, A., Jaen-Fernandez, C., Rodriguez-Sorigue, C., Montferrer-Linan, R. (2013). Self-video recording for the integration and assessment of generic competencies. *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2013 IEEE*, 436-441. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/EduCon.2013.6530142>

Mor, Y. & Koshinen, T. (2013). MOOC y más allá. *eLearning Papers*, 33, 1-7.

Munkhchimeg, B. & Baigaltugs, S. (2013). Control possibility of students' learning process through using Learning Management System. *Ifost IEEE*, 2, 395-399. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/IFOST.2013.6616920>

Palomares, A. (2011). The educational model at university and the use of new methodologies for teaching, learning and assessment. *Revista de Educación*, 355(Mayo-Agosto 2011), 591-604.

Palomo-Duarte, M., Doderó, J. M., Medina-Bulo, I., Rodríguez-Posada, E. J. & Ruiz-Rube, I. (2014). Assessment of collaborative learning experiences by graphical analysis of wiki contributions. *Interactive Learning Environments*, 22(4), 444-466. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2012.680969>

Piedra, N., Chicaiza, J., López, J., Romero, A. & Tovar, E. (2010). Measuring collaboration and creativity skills through rubrics: Experience from UTPL collaborative social networks course. *Education Engineering (EDUCON), 2010 IEEE*, 1511-1516. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/EDUCON.2010.5492349>

Redecker, C. & Johannessen, Ø. (2013). Changing assessment—Towards a new assessment paradigm using ICT. *European Journal of Education*, 48(1), 79-96. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/ejed.12018>

Redecker, C., Punie, Y. & Ferrari, A. (2012). eAssessment for 21st century learning and skills. En *21st Century Learning for 21st Century Skills* (págs. 292-305). Springer Berlin Heidelberg. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-33263-0_23

Robles, G., Koch, S. & González-Barahona, J. M. (2004). Remote analysis and measurement of libre software systems by means of the CVSAly tool. *Proceedings of the 2nd ICSE Workshop on Remote Analysis and Measurement of Software Systems (RAMSS)*, (pp. 51-55). doi:<http://dx.doi.org/10.1049/ic:20040351>

Sadler, D. (2010). Beyond feedback: Developing student capability in complex appraisal. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(5), 535-550. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02602930903541015>

Shih, R. C. (2011). Can Web 2.0 technology assist college students in learning English writing? Integrating Facebook and peer assessment with blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(5), 829-845. doi:<http://dx.doi.org/10.14742/ajet.934>

Vassiliadis, P. (2009). A survey of extract-transform-load technology. *International Journal of Data Warehousing and Mining*, 5(3), 1-27. doi:<http://dx.doi.org/10.4018/jdwm.2009070101>

Walvoord, B. E. & Anderson, V. J. (2009). Effective grading: A tool for learning and assessment in college. *San Francisco: John Wiley & Sons*.

Wood, E. J. (2008). The E-assessment handbook by Geoffrey Crisp. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 36(1), 91-92. doi:<http://dx.doi.org/10.1002/bmb.131>

Zafra, A., Gibaja, E., Luque, M. & Ventura, S. (2011). An Evaluation of the Effectiveness of e-learning system as Support for Traditional Classes. *7th International Conference on Next Generation Web Services Practices (NWeSP)* (pp. 431-435). IEEE. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/nwesp.2011.6088218>

Zhao, L. & Elbaum, S. (2003). Quality assurance under the open source development model. *Journal of Systems and Software*, 66(1), 65-75. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0164-1212\(02\)00064-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0164-1212(02)00064-X)

Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos

Motivation and Academic Improvement Using Augmented Reality for 3D Architectural Visualization

David Fonseca Escudero¹, Ernest Redondo Domínguez², Francesc Valls²

¹ Department of Architecture and Group of Research in Enhanced Technology in E-Learning (GRETEL), La Salle, Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain. fonsi@salle.url.edu

² Department of Architecture Graphic Expression I, ETSAB, Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona Tech. Barcelona, Spain. {ernesto.redondo, francesc.valls}@upc.edu

Abstract

This paper discusses the results from the evaluation of the motivation, user profile and level of satisfaction in the workflow using 3D augmented visualization of complex models in educational environments. The study shows the results of different experiments conducted with first and second year students from Architecture and Science and Construction Technologies (Old Spanish degree of Building Engineering, which is recognized at a European level). We have used a mixed method combining both quantitative and qualitative student assessment in order to complete a general overview of using new technologies, mobile devices and advanced visual methods in academic environments. The results show us how the students involved in the experiments improved their academic results and their implication in the subject, which allow us to conclude that the hybrid technologies improve both spatial skills and the student motivation, a key concept in the actual educational framework composed by digital-native students and a great range of different applications and interfaces useful for teaching and learning.

Keywords

Educational innovations; Motivation; Visualization; Technology assessment; Building design.

Resumen

En el presente artículo discutimos los resultados de evaluar el grado de motivación, el perfil y el nivel de satisfacción de los estudiantes en flujos de trabajo que utilizan la visualización aumentada de modelos complejos en 3D. El estudio muestra los resultados de experimentos realizados con alumnos de grado a lo largo de los dos primeros cursos de Arquitectura y el actual grado de Ciencias y Tecnologías de la Construcción (antiguo grado español de Ingeniería de la Construcción, y con cuyo nombre se reconoce a nivel europeo). Hemos utilizado un método mixto que combina el uso de técnicas cuantitativas y cualitativas de evaluación de la respuesta del estudiante, con el fin de completar una visión más global del uso de nuevas tecnologías, dispositivos móviles y métodos visuales avanzados en campos académicos. Los resultados nos muestran cómo los estudiantes participantes de dichos experimentos han mejorado sus resultados académicos y su implicación con la materia, un punto clave en el actual marco educativo compuesto por estudiantes nativos digitales y un gran número de aplicaciones y dispositivos para la enseñanza y el aprendizaje.

Palabras Clave

Innovación Educativa; Motivación; Visualización; Evaluación tecnológica; Diseño Constructivo.

Recepción: 19-10-2015

Revisión: 09-11-2015

Aceptación: 15-01-2016

Publicación: 01-03-2016

1. Introduction

Information Technology (IT) represents a set of tools and applications that allow the incorporation and strengthening of new educational strategies, many of which have been defined in new teaching frameworks in the last two decades (Dede, 2000). In recent years, the use of ITs has spread to all levels of our society. The affordability of prices and the popularity of devices and applications have enabled its ubiquitous presence in leisure, relationships, work activities and of course teaching. The adaptation of contents and applications in this area has emerged as an interesting field of study to assess the degree of motivation, satisfaction and usability of students (Redondo, Sánchez, Fonseca & Navarro, 2014), and their academic improvement (Fonseca, Martí, Redondo, Navarro & Sánchez, 2014).

New technology implementations in the teaching field have been largely extended to all types of levels and educational frameworks. In recent years, in addition to technology use in the classroom, new areas of research are opened to assess and recognize more effective and satisfactory teaching methods, such as: Gamification strategies, Project Based Learning (PBL), Scenario Centered Curriculum (SCC), and the recognition of capabilities that provide the non-formal and informal education (in this case it is still in a very initial state and where they are studying the best methods and systems for inclusion in the assessment of educational improvements). The use of IT in learning methods, especially at the level of a degree and/or a master in frameworks related with Architecture, Urban Planning and Design, or Building Engineering, is defined in the new academic plans. It is important that the student should be able to get competencies and skills related with active and collaborative learning, and digital information management, all of them using roles and PBL exercises. All of these methods are prepared for a more quick and effective capacitation of the student in front of the classic educational methods. For these reasons, it is necessary to propose new educational methods that complete the actual PBL and SCC systems, increasing the student motivation, and their involvement and performance. The interest of educators in using these technologies in the teaching process supposes greater engagement and an increase in the students understanding of content (Roca & Gagné, 2008; Kreijins, Acker, Vermeulen & Buuren, 2013; Shen, Liu & Wand, 2013), leading to an improvement in academic results.

To evaluate these premises, we have been conducting during these past three years, different case studies to design and compile different data and results. This strategy was defined in order to study new methods to improve both academic results and specific competences of our students, especially in a task as important as the visualization of complex models and buildings in 3D. Thus,

the standard approach is to start from formal educational approaches and quantitative studies, but it's been recently demonstrated (Fonseca, Redondo & Villagrasa, 2014), that qualitative approaches are equally valid and allow a more accurate characterization of the teaching experiences, especially when these involve IT. The present study has two main objectives: present the main results of the last cases developed, and then discuss the key concepts to take into account for future studies in order to improve any educational class that uses mobile devices and hybrid technologies for 3D visualization.

2. Background

2.1. New learning strategies: IT and Project Based Learning, *PBL*

Designing an educational experiment does not always work successfully. Involving new technologies and the use of various devices is not always synonym of an effective user experience (Rodríguez-Izquierdo, 2010). A good design to motivate and improve students' learning can be transformed into just the opposite. Any "Good Educational Practice" must have different parameters for monitoring and evaluating each exercise, environment and student. And on the opposite side there's the student's work. As a practical exercise it can perfectly meet all evaluable and pre-established criteria in technology and performance. But it would be necessary to check whether the proposal is also functional and usable (Sánchez, Redondo & Fonseca, 2012). This step is an essential step which is usually forgotten in the teaching faculties, mainly due to lack of time (Fonseca, Villagrasa, Valls, Redondo, Climent & Vicent, 2014), and where we focus our case study.

The interest, need, and urgency of implementing new technologies in education and universities is a relatively new situation (Rogers, 2000). However, technological innovation, which is intended to improve the student learning process, must be capable of providing support to address difficulties that could arise with the student in the use of and interaction with technological elements. These elements must not obstruct the auto-learning process, which is altered by this technology, and the students must be motivated with the new educational methodology. There is a natural reticence in the academic field about the use of technologies that are associated with leisure or personal relationships, such as mobile devices (Fonseca, Martí, Redondo, Navarro & Sánchez, 2014). Another major deterrent to implementing IT in teaching is the administrative environment: professors must be trained (Georgina & Olson, 2007) and must be capable of giving full-time support to students, the success of which is dependent on the professors' willingness and ability to devote the time required for the training, modification, and actualization of the related content.

To incorporate a new IT-based methodology into a specific teaching environment, some

recommendations for avoiding student rejection must be considered. The literature defines so-called “good educational practices” that are primarily focused on virtual rooms, distance education (or e-learning), and semi-present teaching (Area, San Nicolás & Fariña, 2010). In accordance with Massy & Zemsky (1995), any methodology that promotes the inclusion of IT in teaching must have the following objectives:

- Personal production help: applications that allow both the professors and students to carry out tasks faster and more efficiently (e.g., calculation sheets or text processors, draw programs).
- Content improvement: the use of tools that allow for the notification and modification of content rapidly and efficiently (e.g., e-mail, digital content, video, multimedia resources) without changing the basic teaching method.
- Paradigm change: at this level, the teacher reconfigures the teaching activity and learning activities to utilize the new incorporated technologies and methodologies to improve the educational tasks.

Examples of educational methodologies that have implemented the two first objectives are common, but examples that incorporate the third objective are much less common. In this direction, we can find examples that are incorporating quite successful teaching strategies based on PBL, game design for tracking tasks (also known as gamification) and taking account of tasks, courses and activities that could encompass as non-formal or informal tasks.

In contrast to traditional programs (passive and focused on subject matter) a PBL (a specialization of the more general concept of SCC - Scenario Centered Curriculum), offers an experience equivalent to learning a trade: learners must face a well-planned series of real situations (scenarios) in a significant and motivating role. Within these scenarios, they must carry out precisely those tasks, activities and reasoning processes that are best suited for building the desired skills (Higuera, 2013). This way, learners facing a problem on their own notice why certain skills are useful. This type of program is the most common exercises that the civil and building engineering students are using as PBL systems.

However the 3D visualization and compression are skills and abilities which are marked in their learning, where virtual and environmental systems are being the ones that are showing better adaptation to such content. Additionally, we can find studies that have reflected the role of gamification and game-based learning (as a sub-model of PBL) in assessment within virtual environments, an example of systems that can improve the assessment while increasing efficiency and providing new opportunities for educators to use motivation and ubiquitous systems.

The combination between 3D models with urban information (specifically when this information can be viewed and managed ubiquitously) will allow students the acquirement of skills related to historical knowledge, project development, and urban planning. Future architects and planners, from early stages should be able to manage the SCC/PBL proposed, since in this particular field it is very

difficult to work with abstractions and simplified models. The use of ITs in education has a clear objective to promote an Enhanced Technology Learning (TEL), which in multiple forms (assistance and semi assistance), generating in one hand much more motivation and improvement of academics for students and on the other hand teachers have greater ease of monitoring and evaluation. Literature on use of explicit, pedagogical strategies dedicated to enhance creative problem solving is relatively scarce (Retalis, 2011).

Thus, there is an open research and development issue on learning strategies that could effectively promote creativity and innovation. The design-oriented pedagogy for TEL (for example using exercises based on PBL) allow the students using collaborative environments to create and discuss new spatial proposals. This way improving both general and specific skills in the border of formal and informal educational environments (Vartiainen, 2012). Learning to collaborate and connect through technology is an essential skill that future societies will expect from its people (Binkley, 2011).

2.2. Hybrid Drawing/Representation: the new travelogue of architects

We can define the Digital Sketching (DS), as those drawn on mobile devices using pointers or gestures that mimic traditional techniques and require the same skills than traditional freehand drawing (Fig. 1, Redondo, 2010). These methods and systems support many more editing possibilities and make easier to share the work on the network, especially if compared to traditional travel sketchbooks. The union of these devices with the specific characteristics of digital drawing allows us to affirm that we are in front of the natural evolution of said travel sketchbooks and the on-site sketches or the sketches in the early stages of the project, which represent a large qualitative leap in the advance of architectural drawing.

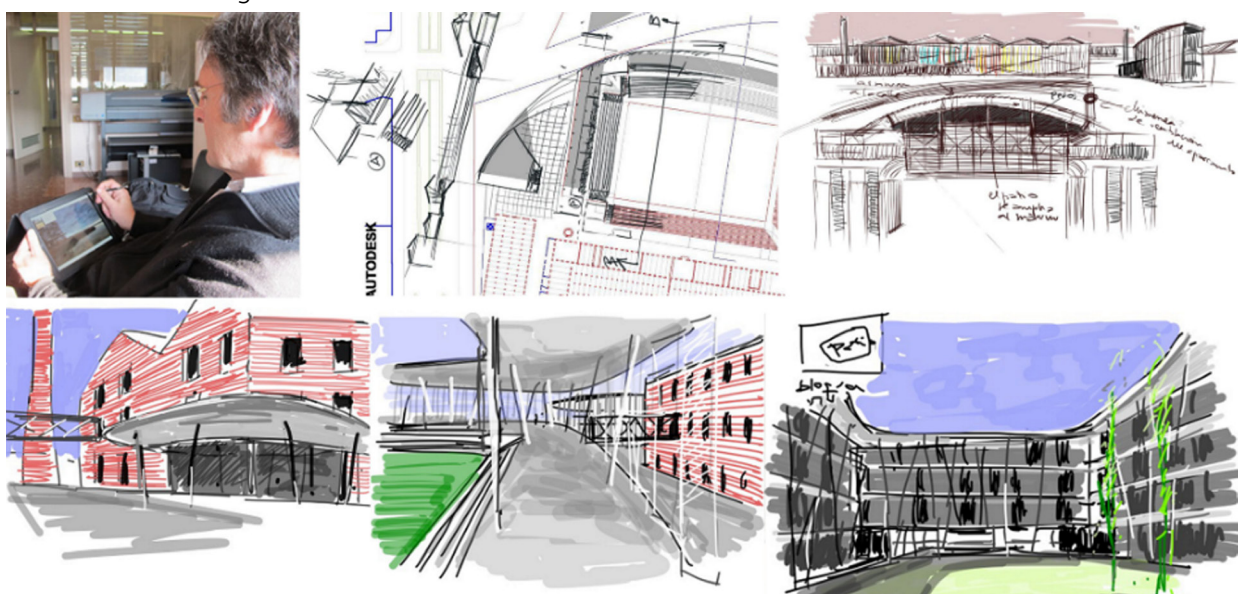


Fig. 1 Examples of Digital Sketching using mobile devices

In this direction, and based on several previous experiences in architectural teaching (Redondo

& Santana, 2010), it has been shown that this type of drawing over digital interactive boards is a suitable tool for the teaching of traditional drawing and that its use in combination with IT improves the graphics skills and the students' academic performance. Generalizing the working definition, it could be said that we are in front of a hybrid drawing technique, and could be defined as the work with files in different formats that are juxtaposed in the same representational level. Another way to define these systems would be that they are the methods through which a drawing or graphic can be generated using elements of different nature, or what is the same, strategies and methodologies where perception and geometry, art and technique, manual and mechanical are blended. In short, the artistic and technical-geometrical components are put together in as single system, not juxtaposed but sharing the same digital platform (Fig. 2).

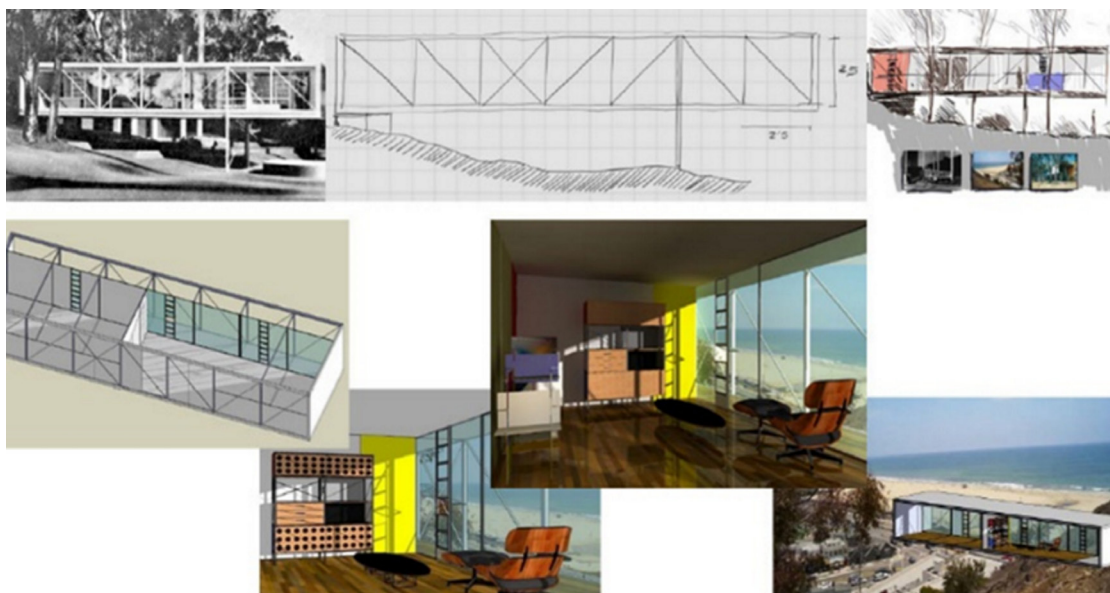


Fig. 2 Examples on Hybrid models and representation.

It is clear that hybrid approaches applied on teaching strategies, especially when related to graphical topics, can be a solution to both improve students' motivation and ease their learning process. One hybrid visual technology that is gaining attention and is being incorporated into every field is Augmented Reality (AR). Its creators (Milgram & Takemura, 1994) define AR as a VR (Virtual Reality) variation in which the user can see the real world with virtual objects mixed or superimposed upon it. Users (in our case, students and building sector professionals), can work with computer-generated objects as if they were real objects in a real environment, in real time by superimposing virtual objects onto a real environment through markers, with the capability of modifying and manipulating the scale, position, and location of virtual objects. AR technology, by providing new interaction possibilities, promotes active student participation in its own knowledge construction. This concrete superposition option between virtual models and reality makes this technology an interesting resource in any type of teaching in which improving students' spatial comprehension may be required.

3. Case study

This paper follows and develops previous works (Fonseca, Martí, Redondo, Navarro & Sánchez, 2014; Sánchez, Redondo & Fonseca, 2012), where students in the Architecture Degree were the subject of study. The basic objective of the general project is to observe potential differences between students from different degrees (Architecture and Engineering), in order to identify possible differences between the technological profile of the students as well as their level of motivation to use mobile technologies in the classroom. Also the main idea is to design new methodologies to incorporate advanced technologies in the classes, in order to: improve the academic performance of the students. The project is modeled by the “Group of Research on Technology Enhanced Learning, *GRETEL*” of La Salle Campus Barcelona, Ramon Llull University in collaboration with the “Group of Innovation and Educational Logistics in Architecture, *GILDA*” of Universidad Politécnica de Catalunya-Barcelona Tech. The study has been done during the 2012-2015 academic years with students in their first and second year of Building Engineering, Architecture, Civil Engineering and Multimedia degrees.

The experimental framework will be completed in the courses “Informatics Tools I & II” a six-ECTS-credit courses (*European Credit Transfer System*), that are taught semi-annually (I in the first year and II in the second year of the degrees). Both courses consists of 4 h of lectures, spread over 2 weekly sessions of 2 hours each, and an additional 3 hours of practical sessions. Weekly, the students have 1 hour of personal tutorials to address their doubts and solve practical problems. The basic objective of the courses are to provide students with basic skills in complex modelling interpretation and reproduction in both 2D and 3D. The secondary objective of the courses is to enable students to represent 3D models with different technologies and applications, as well as to explore methods of interactive visualization, primarily through the publication of personal blogs and the display of models with AR at the end of the course. The main topics of the subjects are:

- “Informatics Tools I”: 2D drawing, 3D basic drawing, personal Blog updating with 2D and 3D files, basic 3D interaction using DWFx files (native 3D interactive format using AutoCAD®), and AR visualization using AR-Media®.
- “Informatics Tools II”: 3D complex drawing using Revit®, Photoshop® and Illustrator® for panel composition, 3DMax® for illumination, apply textures & materials, and finally advanced visualization with AR and VR (*Virtual Reality*) using Lumion® (for render), Sketchfab® (for uploading the models to Internet), and Unity® (for AR and VR displaying).

To achieve the most optimal integration of the student, both courses start at a basic level in all concepts to allow the representation of any type of 3D complex models, based on the requirements

of building engineering contents and representations, architectural and civil engineering analysis, and the fundamentals of the projects required during the first two years of the degree program. Along the first subject, the methodological proposal focuses on both traditional and new techniques for enabling the publication and interactive visualization of 2D/3D models. In the second subject, the proposal focuses on the interaction and use of different applications to improve the 3D interactive presentation of complex models (see Fig. 3).

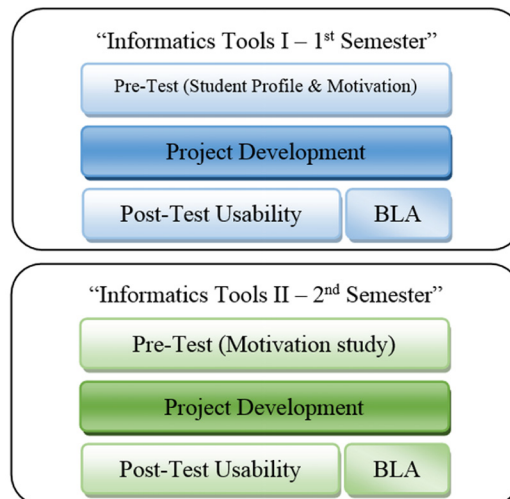


Fig. 3 Basic description of phases and student evaluation proposed.

3.1. Pre-Test: Student Profile and Motivation assessment

Based on the theoretical study, we designed two tests, with the first focusing on evaluating the IT and motivational profile of the student and the second one designed to assess the implementation of AR technology in building engineering education. In the survey design, to model the response of implementing new technologies in university teaching resources, there are prominent surveys, based on user profile, which focuses on the efficiency and effectiveness of the course, and on the level of satisfaction and student preferences (Martín-Gutiérrez, 2010).

The most common parameters that we must consider in evaluating a new approach in teaching technology are the degree of knowledge of new technologies, the use made of social networks, computer known applications, and knowledge of the theoretical content of the course under the program. In our case we have focused on the application of augmented reality to improve teaching, the work is documented in all applications and modes of implementation (Kaufmann & Dünser, 2007; Green, Chase, Chen & Billingshurst, 2008; Seokhoe, Hyeongseop & Gerard, 2006).

3.2. Post-Test: Quantitative usability assessment

A common mistake is to simplify these studies to the concept of "usability". We could understand it as the interaction of a physical or virtual device with a user and his basic human capabilities

(Nielsen, 1994). Therefore, we can state the difficulty in establishing proper ways and adapt the study to test, measure, evaluate and compare measurable results that depend on the user experience. These processes require defining methods, metrics, processes and tools to measure how to fit each experiment. In the teaching framework, the type of test to use is usually the main objective to determine usability of new learning processes of the training project. This approach means that the type of questions should be directed to the teaching methodology and not the project itself, since the project evaluation is carried out with specific questionnaires related to it.

The ISO 9241-11 standard provides the directives related to the usability of a product and that's what has been taken as a model for this work. This standard defines the concept of usability as the measurement of the capability of products 'users for working efficiently in an enjoyable way. Bevan (1999) according to the ISO standard, defines usability's components: Effectiveness (E1): a product is effective according to the accuracy degree of performed tasks and the accomplishments of the aims it has been designed to fulfil; Efficiency (E2): a product is efficient according to the speed of the tasks performed and Satisfaction (S1): it's the user's freedom for showing his agreement or disagreement with product's use as well as his attitudes towards it.

The questionnaire has been designed aiming to collect data referred to these components taking Nielsen's Heuristic Evaluation & Nielsen's Attributes of Usability (Nielsen, 1993), Perceived Usefulness and Ease of Use (Davis, 1989), and Usability Satisfaction Questionnaires (Lewis, 1995) as a references. The questions have been created using a 5 points Likert's scale.

3.2. Post-Test: Quantitative usability assessment

Qualitative methods are commonly employed in usability studies and, inspired by experimental psychology and the hypothetical-deductive paradigm, employed samples of users who are relatively limited. Nevertheless, the Socratic paradigm from postmodern psychology is also applicable and useful in these studies of usability because it targets details related to the UX with high reliability and uncovers subtle information about the product or technology studied (Pifarré & Tomico, 2007).

This psychological model defends the subjective treatment of the user, unlike the objective hypothetical-deductive model (Guidano, 1989). Starting from Socratic paradigm basis, the BLA system (Bipolar Laddering) has been designed. BLA method could be defined as a psychological exploration technique, which points out the key factors of user experience. The main goal of this system is to ascertain which concrete characteristic of the product entails users' frustration, confidence or gratitude (between many others). BLA method works on positive and negative poles to define the strengths and weaknesses of the product. Once the element is obtained the laddering

technique is going to be applied to define the relevant details of the product. The object of a laddering interview is to uncover how product attributes, usage consequences, and personal values are linked in a person's mind. BLA performing consists in three steps: Elicitation of the elements, marking of elements, elements definition.

4. Main Results

A total of 35 students participated in the study of the last year (17 females and 18 males, mean age = 19.31 years, standard deviation (SD) = 2.01). The results obtained from the student profile test allow us for a first approximation of whether they are ready to use mobile technology and ubiquitous Internet connections for the publication of and interaction with architectural content. Additionally, student perceptions of the system used in the 2D process and the potentiality of RA will be compared with the second test to get a clear indication of the evolution of student perceptions of, motivation toward, and satisfaction with the proposed methods. We can highlight the following results regarding the user profile and student motivation test as can be seen in Fig. 4:

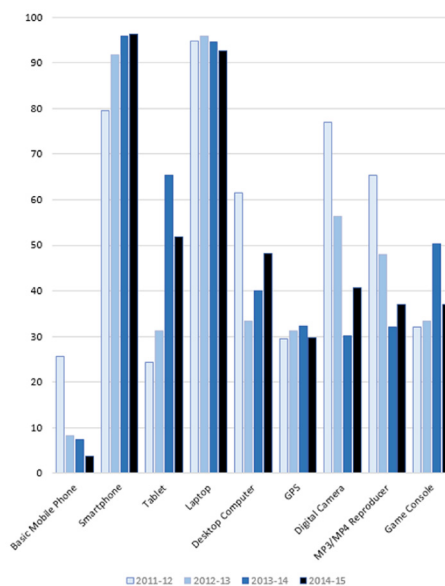


Fig. 4 Student technologies.

- Clear “concentration” of technologies in complex devices is taking place, especially regarding those whose functions has been incorporated into mobile devices such as cameras, audio and video playing capabilities.
- A significant increase in the number of students with mobile devices is identified, of whom almost everyone has a smartphone. This increase is directly related to the previous academic years were the increment of the use of mobile devices for all kinds of purposes (Fig. 5), but in the last year we can observe a decrement in the two main points related with our proposal: work and study in mobile devices.
- Almost 50% have a tablet. In this last case we can observe a clear decrease in comparison with the

previous courses. The increasing size of the smartphones screens is the cause of this situation.

- The use of desktop computers has been greatly reduced in the past years, while the level of students that have a laptop computer hovers around 100% (is maintained). However, in the last two years an increase in the use of desktop computers, data on students explained that due to the use of compact devices that often make up the majority of components in large screen shown tactile format.

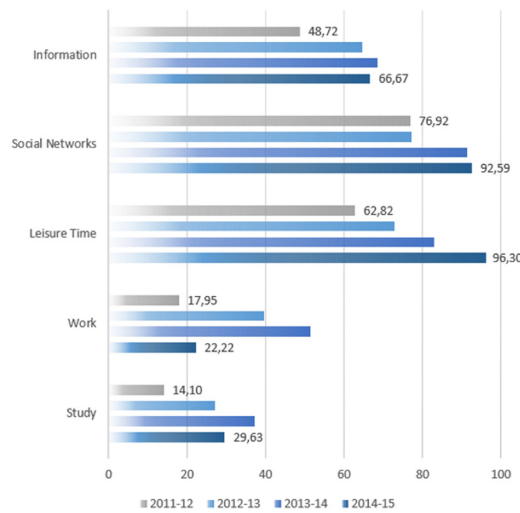


Fig. 5 Common mobile uses.

In addition to a range of supplementary data on the use of computers and mobile devices that tend to confirm our IT students familiarity and adaptation regarding these devices (frequency of use, place of connection to the Internet, most used services, etc...), they were also asked about their motivation and their initial perception on the use of different technologies and the impact it would have in their studies and practices (see Fig. 6).

As can be seen, both student motivation in the use of IT and its usefulness in the 2D representation, are very high, while the use of mobile technology, social services, and systems known as RA, place their perception of utility at more moderate levels, which in the case of seniors controlled course is

Academic Year	Motivation		2D Representation		Using Social Services		Using Mobile Devices		AR Utility		IT to impr. 2D/3D repr.		IT to Pass the subject	
	13-14	14-15	13-14	14-15	13-14	14-15	13-14	14-15	13-14	14-15	13-14	14-15	13-14	14-15
Full Disagree	5,71	0,00	0,00	0,00	5,71	7,41	11,43	11,11	2,86	3,70	14,29	11,11	8,57	11,11
Disagree	2,86	3,70	0,00	0,00	8,57	22,22	11,43	3,70	0,00	0,00	2,86	7,41	14,29	3,70
Neutral	5,71	22,22	8,57	14,81	20,00	37,04	22,86	29,63	22,86	25,93	25,71	37,04	17,14	22,22
Agree	48,57	40,74	57,14	44,44	40,00	18,52	25,71	25,93	28,57	29,63	37,14	33,33	20,00	44,44
Full agree	37,14	33,33	34,29	33,33	25,71	7,41	28,57	18,52	45,71	25,93	20,00	7,41	40,00	11,11

Fig. 6 Common mobile uses.

clearly below the results of the previous years.

In short, the checkpoint where the student profile and motivation is evaluated, in this final year students are more skeptical about the usefulness of techniques that in most cases unknown, being a point cautious view regarding the results of previous courses.

Once the practical classes were finished, the students were asked to answer the post-test survey. The objective of this survey was to re-assess the motivation of the student regarding his/her perceived usability of the technologies used. To get this information, the concepts related to the motivations previously studied in the pre-test were asked again. Fig. 7 shows the comparison of the results for these questions, before and after the classroom practice.

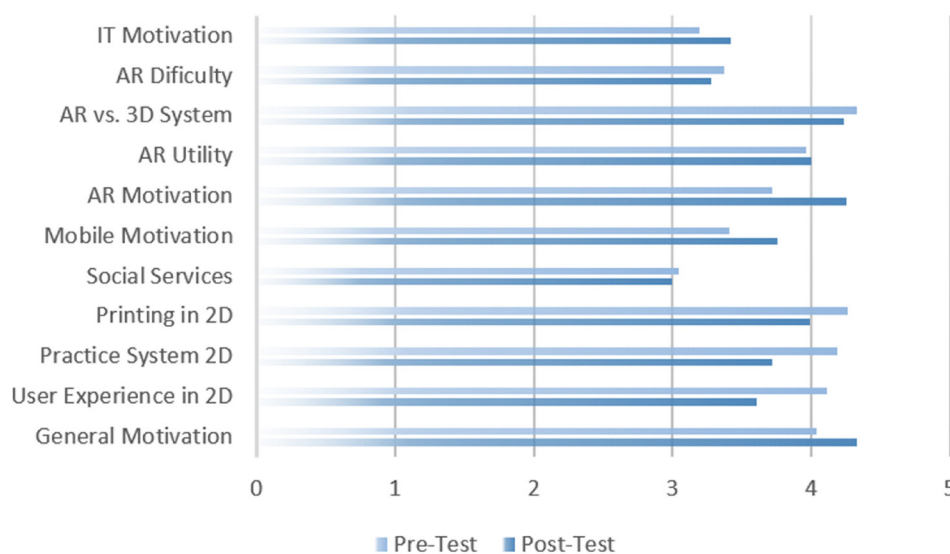


Fig. 7 Pre-test and Post-test comparison.

After the experience the students consider that the 2D system can be improved (lower rates post-practices), and using IT like AR, help the students to improve their 3D work, partly because it is a system which is easier to use than expected. However doubts remain on the usefulness of these systems to their projects.

Table 1 shows the students' main perceptions, including their evaluation of the course material, the proposed methodology, perceived usefulness, and level of satisfaction. The average responses related to effectiveness (E1), efficiency (E2), and satisfaction (S1) are very similar to previous (Fonseca, Villagrasa, Valls, Redondo, Climent & Vicent, 2014).

These results (with a general average of 3.76/5) allows us to state a priori a positive result of our teaching proposal, hypothesis currently under study and that can only be confirmed by the analysis of the BLA data.

Finally, we have gathered 12 BLA interviews (conducted randomly among the students of the subject).

VARIABLES	2013-14		2014-15	
	Av.	SD	Av.	SD
<i>Material/Contents</i>				
(E1) The material of the lecture has a good presentation	4.53	1.32	4.00	1.15
(E1) The structure of the sessions/exercises are appropriate	3.92	0.98	3.872	1.02
(E1) It is easy to manipulate the exercises proposed	3.67	1.21	3.28	1.00
(E1) Models are suitable to manipulate virtual elements	4.01	0.97	3.1001	0.65
(E2) The number of exercises are related with time proposed	3.55	1.53	3.65	1.24
(E2) It have been possible to solve the exercises presented	4.58	0.64	3.58	0.89
(S1) Theoric classes are sufficient to know how to proceed	3.35	1.25	3.52	1.08
<i>Application of AR technology</i>				
(E2) The application of AR has been stable (no crashes)	3.47	1.43	3.52	0.65
(E2) Familiarity with the gestures has been easy	4.35	0.89	4.25	0.95
(E2) No delay in the visualization/manipulation of models	4.25	1.35	4.21	0.75
(S1) Level of definition of 3D virtual models	4.18	1.21	3.76	1.15
(S1) AR rating about improving 3D complex models	3.87	0.99	3.76	0.99
(S1) Viewing 3D models with AR applications	4.48	1.58	3.71	1.15
(S1) Rating about how AR work with 3D complex models	3.99	1.05	3.89	0.45
(S1) Rating about usability of AR syst. and methodologies	3.85	1.29	3.91	1.11

Table. 1.- Post-test usability values studied (MAX: 5, MIN: 1)

We have polarized the elements based on two criteria:

- Positive (Px) / Negative (Nx): The student must differentiate the elements perceived as strong points of the experience that helped them to improve the type of work proposed as are useful, satisfactory, or simply functional aesthetic (see Table 2), in front of the negative aspects that did not facilitate work or simply need to be modified to be satisfactory or useful (see Table 3).
- Common Elements (xC) / Particular (xP): Finally, we separated the positive and negative elements that were repeated in the students' answers (common elements) and the responses that were only given by one of the students (particular elements).

In Tables 2 and 3, we show the main results (common elements) and in Table 4, the main solutions and improvements for positive and negative common elements cited.

	Description	Av. Score (Av)	Mention Index (MI)
1PC	Organization of the subject	9.66	75%
2PC	Practice Method	8.85	58%
3PC	AR use	8.71	58%
4PC	Faculty (quality/availability)	9.00	50%
5PC	Utility	9.00	16%
6PC	Printed exercises	8.50	16%
7PC	Exam models	8.50	16%
8PC	Continuous monitoring	8.50	16%
9PC	Constant exams	8,00	16%

Table. 2.- Positive Common (PC) elements

	Description	Av. Score	Mention Index
1NC	Problems with software & hardware	3.57	58%
2NC	Time between deliveries	4.60	42%
3NC	Work in groups (2 students)	4.33	25%
4NC	Duration of the subject	3.00	16%
5NC	Deliveries using Moodle system	5.50	16%
6NC	2D Printing	5.00	16%
7NC	Repeat more the main concepts	5.50	16%

Table. 3. - Negative Common (NC) elements

	Description	Mention Index
CI-P	More tips and tricks (explanation)	92%
CI-P	More time	58%
CI-P	Shorter practices and works	42%
CI-P	More applications	25%
CI-P	More documentation	16%
CI-N	More tips and tricks (explanation)	75%
CI-N	More time	50%
CI-N	Improve hard and software	42%
CI-N	Improve time between deliveries	16%
CI-N	More documentation	16%
CI-N	More digital reviews	16%
CI-N	Individual work	16%

Table. 4.- Common Improvements (CI) for both positive (P), and negative (N) elements

5. Discussion

In recent years, largely due to the adaptation of curricula to apply the rules mandated in the EHEA (European Higher Education Area), different IT have been incorporated in all educational levels. The purpose of these teaching practices is to provide students with the skills and competencies outlined in their specific academic plans and subjects in a quick and with a high degree of autonomy way. The adaptation of contents and applications in this area has emerged as an interesting field of study to assess the degree of motivation, satisfaction and usability of students. For this reason, is critical to assess the chances of success or failure of these practices.

A final scale, in order to begin with the results discussion, which is important to be considered in the study to provide clear information about the usefulness of the proposed methodology is the final marks of the students, centered in the second phase of the subject (when the students work with 3D models and advanced technologies for visualization like AR) with our methodology was implemented. As can be observed (Fig. 8), the introduction of the EHEA system in the degree of Construction Engineering resulted in a decline in academic performance on the subject taught by our team, specifically in this phase. We can blame this decrease (clearly noticeable in the 2010-11 and 2011-12 academic years) to the lack of adaptation of the contents and the pace of the classes to the new framework.

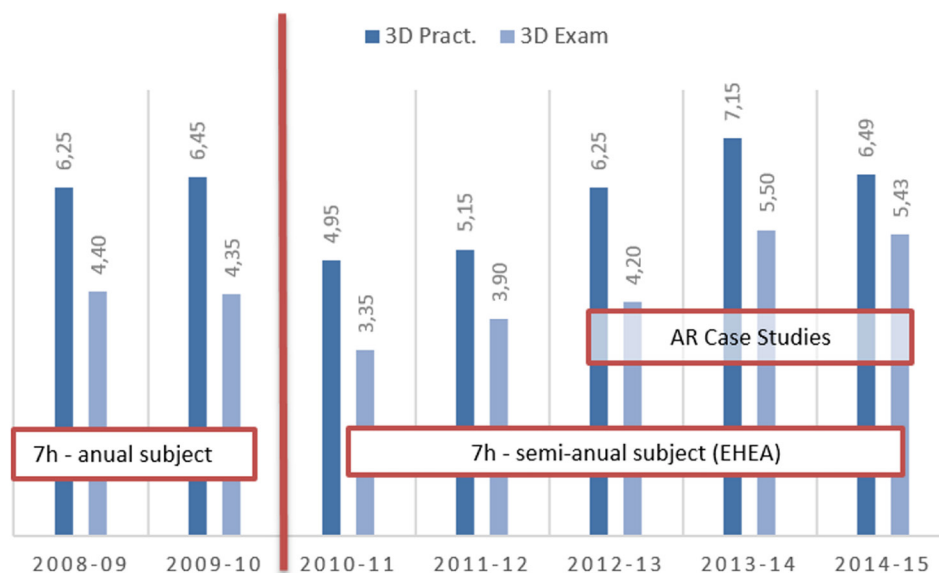


Fig. 8 3D grades related with the second part of the subject with practice and exams in

The results should be interpreted as a whole. Initially we can say that due to the experiments academic results have been consolidated within a proper range, especially comparing the results of 2012. The practices are within the excellent range of grades, even having a smaller time commitment in class

and doing a more thorough job regarding pre-EHEA period. Moreover, due to continuous monitoring, students have improved their exams progressively in recent years, which is helping to raise the general record.

Focusing on the results of this last year, a decrease is observed in the practice grade of around 10% over the same system implemented in the previous year. While this information could be discussed independently and assimilated to the difference of groups and individuals, other data found in the study that might relate these results to the degree of initial student motivation. As shown in Fig. 6, the comparative degree of initial motivation between the last two years show a degree of motivation or perception to tech lower than to the previous group. Of the seven categories studied, in all the extent of more positive perception (full Agree) has declined (values marked in yellow), and the next positive value, a general reduction occurs, except for the assessment of IT will help pass the course (with one of the highest climbing above 100%, from 20% in 2013-14 to 44.44 today increments). That caution is confirmed pronounced by increasing neutral responses in all categories, and comprehensively reduced negative perceptions, reaffirming the position of doubt or neutrality in the current group.

Analyzing survey responses usability once the practical experience an overall decline observed values studied. The responses compared to students in the last two academic years (where the difficulty level model and deliveries were comparable in both complexity and objectives and time), show a clear decline in overall student response (from an overall average of 4.01 with a standard deviation of 1.17, a global in this course of 3.73, with a deviation of 0.95). For a better comparison we have used the analysis of variance (ANOVA) using a threshold of 0.05, getting significant differences between the students usability questionnaires' of the two last academic years: $F = 2.42$, $p = 0.015$.

Separating the structure and contents of the course on one side and the technical aspects related to the use of RA, the comparative results again show us a significant difference between the two groups in terms of working with AR ($F: 1.95$, $p = 0.04$), but not in terms of overall assessment of the course where a $F: 1.66$, $p = 0.07$, which exceeds the threshold of 0.05 defined.

Since the BLA study does not reflect mismatches comments on previous studies in the framework described, it is shown that the relationship affects the degree of motivation and student involvement in the matter (being reflected academic results).

6. Conclusions

Due to the results reported and based on the discussions held, we can say that college students investigated programs are now able to use new mobile technology display systems. This training is

linked to the possession and use experience as digital natives have, and secondly the interest in using technologies that may be of benefit to both educational and occupational level.

The distinguishing factor of a presentation of a project or practice, in the world of architecture and engineering, may be how to view it. In this sense, work with technologies that are adapted for use in mobile devices are not only attractive to the general user, it can be incorporated effectively in education. The hybrid technologies capable of superimposing virtual information in photos, videos or image that instantly captures real world, allow better spatial compression for both beginners and experienced, making the user experience in a motivating and satisfying exercise.

The present work has demonstrated the direct relationship between the motivation of use, and the results of the user experience, and how this relationship affects the degree of progress in the use of a particular technology. The results have shown that the use of IT, and specifically the AR in teaching, improving student space capabilities, especially depending on the motivation of this. In order to refine the proposed systems are currently being implemented similar exercises in up to four different subjects in grades Architecture, Building Engineering and Multimedia. In order to improve the implementation and monitoring system of students, now also being designed to apply for next year 2015-2016, new strategies combining mobile hybrid visualization approaches that gamificated allow both the system self-assessment of the learning process of students.

7. Acknowledgments

This research is being carried out through the National Program R+D project EDU-2012-37247 Gov. of Spain.

8. References

Área, M. A., San-Nicolás, M. B., & Fariña, E. (2010). Buenas prácticas de aulas virtuales en la docencia universitaria semipresencial *Revista de Teoría de la Educación Sociedad de la Información (TESI)*, 11(3), pp. 7-31.

Bevan, N. (1999). Quality in use: Meeting user needs for quality. *Journal of System and Software*, 49(1), pp. 89-86. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0164-1212\(99\)00070-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0164-1212(99)00070-9)

Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M. & Rumble, M. (2011). Defining 21st century skills. In Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (Eds.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills*. New York: Springer, pp. 17-66.

Davis, F., (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology, *MIS Quarterly*, 13(3), pp. 319-340. doi:<http://dx.doi.org/10.2307/249008>

Dede, C. (2000). Emerging influences of information technology on school curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 32(2), pp. 282–303. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/002202700182763>

Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., & Sánchez, A. (2014). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*, 31, 434-445. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.03.006>.

Fonseca, D., Redondo, E., & Villagrasa, S. (2014). Mixed-methods research: a new approach to evaluating the motivation and satisfaction of university students using advanced visual technologies. *Universal Access in the Information Society*, 14(3), 311-332. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10209-014-0361-4>.

Fonseca, D., Villagrasa, S., Valls, F., Redondo, E., Climent, A. & Vicent, L. (2014). Motivation assessment in engineering students using hybrid technologies for 3D visualization, *Computers in Education (SIIE)*. *International Symposium*, 12-14 Nov. 2014 (pp. 111-116). doi:<http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2014.7017714>.

Georgina, D. A., & Olson, M. R., (2007). Integration of technology in higher education: A review of faculty self-perceptions. *Internet and Higher Education*, 11, 1–8. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2007.11.002>

Green, S., Chase, G., Chen, X., & Billingham, M., (2008). Evaluating the augmented reality human-robot collaboration system. *15th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice*, (pp. 548-553). IEEE Computer Press. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/mmvip.2008.4749586>

Guidano, V., (1989). Constructivist psychotherapy: A theoretical framework. In Neimeyer R. A, & Mahoney M. J. (Eds.), *Constructivism in Psychotherapy*. Cambridge: Cambridge University Press.

Higueras, J. (2011). *La Salle Open University, Scenario Centered Curriculum, el learning-by-doing de éxito en La Salle Open University*, extracted the 25 of July, 2014 from <http://blogs.uols.org/mba/scenario-centered-curriculum-el-learning-by-doing-de-exito-en-uols/>

Kaufmann, H., & Dünser, A. (2007). Summary of usability evaluations of an educational augmented

reality application. In *Proceedings of Human-Computer Interaction Internacional Conference, Lecture Notes in Computer Science*, Vol. 4563, R. Shumaker (Ed.). Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 660–669. doi:http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73335-5_71

Kreijns, K., Acker, F. V., Vermeulen, M., & Buuren, H. V. (2013). What stimulates teachers to integrate ICT in their pedagogical practices? The use of digital learning materials in education. *Computers in Human Behavior*, 29, 217-225. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.008>

Lewis, J. (1995). IBM computer usability satisfaction questionnaires: Psychometric evaluation and instructions for use. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 7(1), 57-78. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/10447319509526110>

Martín-Gutiérrez, J. (2010). *Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería*, Tesis doctoral, pp. 690-691.

Massy, W. F., & Zemsky, R. (1995). Using information technology to enhance academic productivity. *CAUSE Conference*. <http://www.educase.edu/nlii/keydocs/massy.html>

Milgram, P., & Takemura, H. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Presented at Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282-292. doi:<http://dx.doi.org/10.1117/12.197321>

Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Nielsen, J., (1994). Usability Laboratories: A 1994 survey. *Usability Labs survey. Behaviour & Information Technology*, 13. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/01449299408914577>

Pifarré, M., & Tomico, O. (2007). Bipolar laddering (BLA): a participatory subjective exploration method on user experience. In *Proceedings of the 2007 conference on Designing for User eXperiences (DUX '07)*. ACM, New York, NY, USA, Article 2, 12. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/1389908.1389911>

Redondo, E., & Santana, G. (2010). Teaching methodologies based on touch interfaces for the teaching of drawing and architectural projects, *Arquitectura revista*, 6(2), 90-105 doi:<http://dx.doi.org/10.4013/arq.2010.62.02>.

Redondo, E. (2010). Dibujo digital: hacia una nueva metodología docente para el dibujo arquitectónico:

un estudio de caso. *Revista Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. <http://www.sav.us.es/pixelbit/actual/7.pdf>.

Redondo, E., Sánchez, A., Fonseca, D., & Navarro, I. (2014). Geo-Elearning for urban projects. New educational strategies using mobile devices. *A case study of educational research, Architecture, City and Environment*, 8(24), 100-132. doi:<http://dx.doi.org/10.5821/ace.8.24.2714>.

Retalis, S., & Sloep, P. B. (2011). Virtual Environments for Collaborative Innovation and Learning, *Journal of Universal Computer Science*, 17(12), pp.1634-1637.

Roca, J., & Gagné, M. (2008). Understanding e-learning continuance intention in the workplace. A self-determination theory perspective. *Computers in Human Behavior*, 24, 1585–1604. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2007.06.001>

Rodriguez-Izquierdo, R. M. (2010). El impacto de las TIC en la transformación de la enseñanza universitaria: repensar los modelos de enseñanza y aprendizaje. *Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 11(3), 32-68.

Rogers, D. L. (2000). A paradigm shift: Technology Integration for Higher Education in the New Millennium. *Educational Technology Review*, 13, 19-33.

Sánchez, A., Redondo, E., & Fonseca, D. (2012). Developing an augmented reality application in the framework of architecture degree. In *Proceedings of ACM workshop on User experience in e-learning and augmented technologies in education*. ACM, New York, NY, USA, pp. 37-42. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2390895.2390905>.

Seokhoe, J., Hyeongseop, S., & Gerard, J. (2006). Viewpoint usability for desktop augmented reality, *International Journal of Virtual Reality*, 5(3), 33-39.

Shen, C. X., Liu, R. D., & Wang, D. (2013). Why are children attracted to the Internet? The role of need satisfaction perceived online and perceived in daily real life. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 185-192. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.004>

Vartiainen, H., Liljeström, A., & Enkenberg, J. (2012). Design-Oriented Pedagogy for Technology-Enhanced Learning to Cross Over the Borders between Formal and Informal Environments. *Journal of Universal Computer Science*, 18(15), 2097-2119.

Una experiencia de aprendizaje combinado en Estadística para estudiantes de Psicología usando la evaluación como herramienta de aprendizaje

A Blended Learning Experience in Statistics for Psychology Students Using the Evaluation as a Learning Tool

Alberto Valentín Centeno, M.^ª del Mar González-Tablas Sastre, M.^ª Estrella Estrella López Pérez, Pedro Manuel Mateos García

Departamento Psicología Básica, Psicobiología y Metodología, Facultad de Psicología, Universidad de Salamanca, España. {avc, marola, practpsi, pmateos}@usal.es

Resumen

La enseñanza de la asignatura de Estadística Aplicada a la Psicología, se ha basado en diferentes modelos didácticos que incorporan metodologías activas de enseñanza. En esta experiencia se han combinado enfoques que priorizan el uso de las TIC con otros donde la evaluación se convierte en un elemento de aprendizaje. Ello ha supuesto la utilización de plataformas de apoyo virtual a la docencia que posibilitan un aprendizaje donde se combinan actividades presenciales y no presenciales. El diseño de los componentes del curso está inspirado en las dimensiones del modelo propuesto por Carless (2003). Este modelo utiliza la evaluación como elemento de aprendizaje. El desarrollo de esta experiencia ha mostrado cómo la propuesta didáctica ha sido interpretada positivamente por los estudiantes. Los alumnos reconocieron que tenían que aprender y comprender en profundidad los conceptos básicos de la asignatura, para que ellos puedan enseñar y evaluar a sus compañeros.

Abstract

Teaching statistics course Applied Psychology, was based on different teaching models that incorporate active teaching methodologies. In this experience have combined approaches that prioritize the use of ICT with other where evaluation becomes an element of learning. This has involved the use of virtual platforms to support teaching that facilitate learning and activities where no face-to-face are combined. The design of the components of the course is inspired by the dimensions proposed by Carless (2003) model. This model uses evaluation as a learning element. The development of this experience has shown how the didactic proposal has been positively interpreted by students. Students recognized that they had to learn and deeply understand the basic concepts of the subject, so that they can teach and assess their peers.

Palabras clave

Aprendizaje Combinado; Evaluación; Educación Superior; Retroalimentación.

Keywords

Blended learning; Assessment; Higher education; Feedback

Recepción: 22-09-2014

Revisión: 26-03-2015

Aceptación: 10-11-2015

Publicación: 01-03-2016

1. Introducción

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) establece como uno de sus principales objetivos el desarrollo de competencias personales y profesionales en el estudiante. Para ello, se precisa diseñar y desarrollar nuevas metodologías específicas para las asignaturas comprendidas en los planes de estudio, a la vez que se deben realizar investigaciones sobre la valoración de los estudiantes en torno a la calidad de la docencia universitaria (De-Juanas y Beltrán, 2013), y sobre los procedimientos de evaluación más adecuados y actuales. En las metodologías activas, el alumno debe ser el auténtico eje de la educación universitaria y el profesor un mediador del proceso de aprendizaje. Estas metodologías deben incorporar un justo grado de dificultad, para evitar que una carga cognitiva excesiva lleve a la pérdida de motivación hacia los estudios, ya que la motivación es condición fundamental del aprendizaje (López, Valentín y González-Tablas, 2012). Tampoco se debe olvidar, en relación con las condiciones del aprendiz, sus conocimientos previos y su predisposición hacia la comprensión, pues al enfrentarse a una tarea extremadamente compleja el estudiante podría llegar a sentirse incapaz de finalizarla con éxito y por tanto, fracasar.

Las metodologías docentes empleadas actualmente en la Educación Universitaria aprovechan las innovaciones generadas por las TIC para pasar de un modelo de enseñanza tradicional a un nuevo modelo que combina la presencialidad clásica con la incorporación de variadas herramientas didácticas no presenciales, diversas tecnologías y metodologías de aprendizaje, o distintas localizaciones de espacios de aprendizaje (Cabero y Llorente, 2008). Dicho modelo de enseñanza ha recibido el nombre de *blended learning* o *b-learning*. Se han publicado numerosos trabajos sobre los beneficios que supone la aplicación de modelos *b-learning*. En ellos, se constatan las ventajas que encuentran los estudiantes, especialmente en lo referido al conocimiento sobre el trabajo que deben realizar, la información sobre los costes requeridos en cuanto al tiempo a emplear, la facilidad de acceso a los materiales y a los docentes, etc. (Cabero y Llorente, 2010).

Las metodologías activas de aprendizaje propician el trabajo colectivo, el intercambio de opiniones y la reflexión conjunta en torno a la experiencia de los actores involucrados (alumnos y profesores). De acuerdo con Vigotsky (1979, 1988), la interacción social juega un rol de vital importancia en el desarrollo cognitivo. Desde el constructivismo se sugiere la existencia de tres tipos de interacción en cualquier modalidad de enseñanza superior, sea esta presencial o no: la primera interacción se produce entre el estudiante y el contenido; la segunda, se refiere a la que establecen los estudiantes entre sí; y, la tercera se crea entre el tutor (ya sea el profesor o un compañero con formación previa en el contenido) y el estudiante. Junto con el tutor y los materiales, cualquiera que sea su naturaleza,

la presencia de los iguales constituye también un recurso más para la progresión de su aprendizaje, teniendo un papel relevante en la eficacia de los procesos de adquisición de las competencias, tal como establece el aprendizaje colaborativo (Dillenbourg, 1999).

Por otro lado, tal y como plantean Spiro, Feltovich, Jacobson y Coulson (1992) en su teoría de la Flexibilidad Cognitiva, es necesario trabajar los conceptos en distintos con-textos para favorecer las representaciones múltiples de un mismo objeto, a fin de privilegiar la adquisición de conocimientos complejos y facilitar su transferencia. Es importante que el contexto donde se produce el aprendizaje sea auténtico y conectado con la realidad, ya sea de forma verdadera o simulada. Del mismo modo, se debe facilitar la ayuda, los recursos y las herramientas necesarias para que el aprendiz aborde gradual-mente los contenidos complejos. Es fundamental para el buen desarrollo de la autonomía y de la capacidad del estudiante, seleccionar metodologías activas y estrategias de aprendizaje que sean adecuadas a sus características, a sus estilos de aprendizaje y a la complejidad de los contenidos y objetivos de aprendizaje por alcanzar.

Tal como sugieren Quesada, Rodríguez-Gómez, e Ibarra (2013), los retos planteados en Europa con la construcción del EEES requieren buscar una metodología en la que la adquisición de competencias y la evaluación estén asociadas con el aprendizaje. La propuesta formulada por D. Carless (2003), la teoría LOA (*Learning-Oriented Assessment*) sobre la evaluación orientada al aprendizaje, aporta una notable mejora cualitativa a los procesos evaluativos en la educación superior, a la vez que busca coherencia con el entorno sociolaboral al que deben enfrentarse los nuevos egresados.

El contexto en el que se desarrolla este constructo hace hincapié en los aspectos de aprendizaje que conlleva el proceso evaluativo. La LOA se caracteriza como un indicador de las modalidades de evaluación en las que sobresalen más los elementos de aprendizaje que las mediciones (D. Carless, Joughin, y Liu, 2006; Carless, Joughin, y Mok, 2006). En la figura 1, se reproduce el modelo propuesto por Carless sobre la evaluación y el aprendizaje como una forma productiva de asociación (Carless, 2007), siendo los objetivos principales de la evaluación por una parte, el “elemento de la certificación” (objeto de certificación) que se centra principalmente en la evaluación de logros de los estudiantes, y por otra, el “elemento de aprendizaje”.

La LOA representa un intento de reconciliar la evaluación formativa y la sumativa, a la vez que focaliza toda la evaluación en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes. Comprende tres dimensiones entrelazadas: 1) las tareas de evaluación como tareas de aprendizaje; 2) la participación de los estudiantes en la evaluación; y 3) la retroalimentación como alimentación directa.

Esta teoría promueve los aspectos de la evaluación que fomenten y fortalezcan el aprendizaje de los estudiantes. En la evaluación formativa el aprendizaje es una característica inherente y tiene como

propósito verificar que el proceso de enseñanza-aprendizaje tuvo lugar (Gibbs y Simpson, 2004). La evaluación sumativa, según Knight (2002), consiste en la forma mediante la cual se mide y juzga el aprendizaje con el fin de certificarlo o asignar calificaciones. La intersección de los círculos en la Figura 1, indica que cuando la evaluación está funcionando de manera eficiente, no debería haber una superposición sustancial entre el “elemento de la certificación” y el “elemento de aprendizaje”.

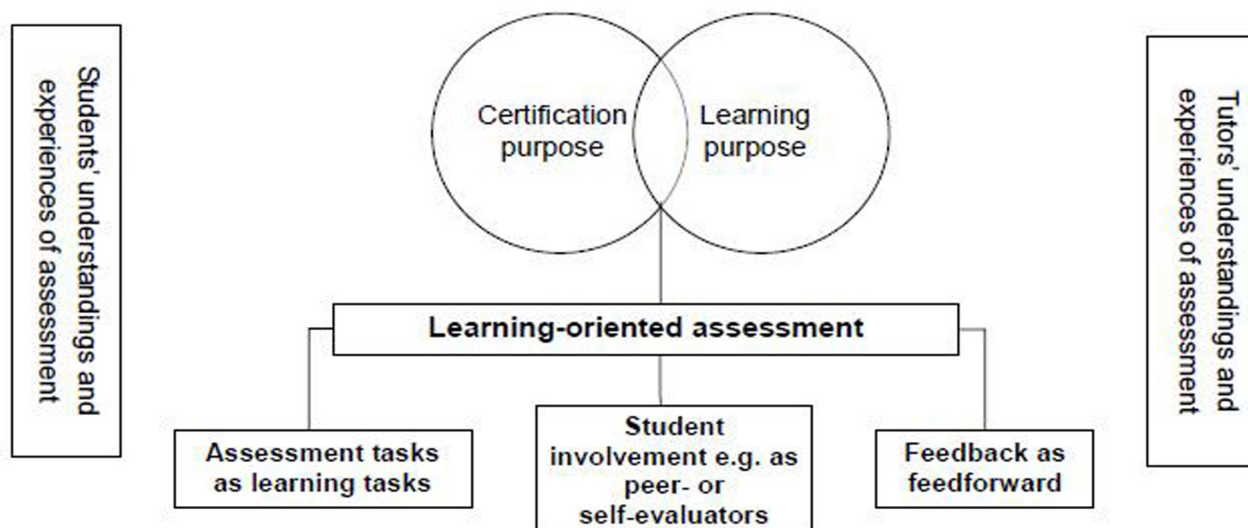


Figura 1. Marco teórico de la evaluación orientada al aprendizaje
Fuente: Carless, D. (2007)

Resumiendo el esquema propuesto por Carless (2007), se pueden describir las dimensiones propuestas de la forma siguiente:

1. Las tareas de evaluación entendidas como tareas de aprendizaje. La evaluación debe promover el tipo de aprendizaje necesario para el futuro desempeño profesional de los estudiantes, ayudando a conseguir las metas a las que aspiran. Se precisa que incorpore los resultados del aprendizaje y que este sea en profundidad. Para ello, la función del docente consistirá en identificar, comprender y hacer corresponder entre sí, los objetivos con los contenidos de aprendizaje, con las actividades de enseñanza-aprendizaje y con la evaluación. Esta concepción está en sintonía con la teoría de la “alineación constructiva de la enseñanza” propuesta por J. Biggs al describirla como un sistema equilibrado, en el que todos sus elementos se interrelacionan formando un ecosistema (Biggs, 2006). Dicho conjunto de elementos configura un sistema interconectado dirigido a que el estudiante construya su propio aprendizaje y donde el profesor crea un entorno de tareas que lo propician (Hernández-Pina, Martínez, Da Fonseca, y Rubio, 2005). Cualquier desequilibrio en el sistema conduce al fracaso en el proceso de enseñanza, haciendo que el aprendizaje sea superficial, al estar más orientado al resultado de la evaluación que a la comprensión significativa de los conceptos.

2. La participación de los estudiantes como autoevaluadores y evaluadores de pares. El proceso de

evaluación debe involucrar activamente a los estudiantes para promover el aprendizaje a lo largo de toda la vida. Por ello, debe promocionarse la autoevaluación y la evaluación entre compañeros, aunque esté plagada de tensiones y compromisos. Como Boud señaló, la evaluación tiene un carácter bifuncional en cada una de sus manifestaciones (Boud, 2000): trata sobre la clasificación y sobre el aprendizaje; sobre normas y comparaciones entre individuos; sobre la comunicación de mensajes explícitos e implícitos; y a la vez que es una cuestión técnica, impacta también sobre la vida emocional de los estudiantes. La evaluación debe estar basada en principios, pero también requiere práctica. Sus criterios deben ser públicos y alcanzados mediante el diálogo entre profesores y estudiantes. La evaluación así planteada debe realizar múltiples funciones, y la mejora de su puesta en práctica constituye todo un desafío, frente a la simplicidad de la evaluación tradicional.

3. La retroalimentación como alimentación directa (*feedforward*). La retroalimentación debe ser prospectiva, es decir, la información proporcionada por los tutores, sea un profesor o un igual, debe tener implicaciones para la tarea actual y para posibles tareas que el estudiante pueda realizar en el futuro. La retroalimentación debe estar dirigida al presente académico y al futuro profesional para mejorar la implicación y motivación del estudiante. Ello marca la diferencia con los planteamientos tradicionales en los que se prioriza que el docente solo busque justificar una valoración mediante una calificación (Sadler, 2002; Liu y Carless, 2006; Orsmond y Merry, 2011).

Estas tres dimensiones entrelazadas entre sí configuran un factor único en el que influyen las expectativas sobre la experiencia de evaluación que posean el tutor y los estudiantes (Figura 1). Es probable que la evaluación entre pares, o la autoevaluación, sea más eficaz cuando los estudiantes conocen y controlan los criterios y las normas de evaluación. Del mismo modo, la capacidad de los profesores para implementar la LOA puede verse limitada por su escasa experiencia en los diferentes tipos de metodologías activas de aprendizaje. Los estudiantes pueden ser reacios a aceptar los métodos de evaluación innovadores a menos que de ellos obtengan notables ventajas (Carless, 2007).

Desde este enfoque, se considera la evaluación como una poderosa herramienta para desarrollar competencias valiosas en los estudiantes, así como para mejorar su nivel de implicación y motivación (Ibarra, Rodríguez y Gómez, 2012). De forma semejante, algunos estudios muestran distintas relaciones entre el uso de las TIC (en particular las plataformas de apoyo a la docencia), la motivación y las estrategias de aprendizaje en alumnos de Educación Superior (Valentín *et al.*, 2013). Se puede considerar que el uso específico de dichas plataformas representa una herramienta adecuada donde sustentar los diferentes contenidos y materiales educativos, e incorporar instrumentos de evaluación, todos ellos recursos necesarios para alcanzar los resultados de aprendizaje deseados.

Otra característica metodológica importante, consiste en entrenar al aprendiz en el papel de tutor,

puesto que la mejor manera de aprender es enseñando. Cuando ponemos a un estudiante en situación de enseñar un determinado concepto a sus compañeros, le estamos ayudando a que se esfuerce en alcanzar competencias tanto específicas (derivadas del contenido que tiene que aprender) como de liderazgo, de control del grupo, y de reflexión. El ejercicio del rol de tutor requiere el dominio de métodos didácticos para la atención individualizada o de un grupo, así como ciertas facultades para resolver dudas académicas, orientar al aprendiz en metodologías y técnicas de estudio, diagnosticar las dificultades y realizar las acciones pertinentes para resolverlas, además de estimular el estudio independiente. Esta tarea permite al tutor experimentar prácticas muy enriquecedoras que se constituyen en un beneficio adicional, pues con ellas adquiere habilidades como la capacidad para distribuir el trabajo, compromiso y gestión de equipos humanos, o la planificación y evaluación de tareas, cualidades indispensables para el desempeño profesional.

2. Objetivos

Se propone el desarrollo de una experiencia didáctica en una asignatura de estadística del Grado de Psicología, donde se incorpora la evaluación como elemento de aprendizaje y se implica al estudiante como tutor de sus propios compañeros. Con esta experiencia se pretende motivar y estimular la implicación activa de los estudiantes, ya que los contenidos de la estadística tienden a ser considerados ajenos a su futuro desempeño profesional. Con ello se pretende estimular la participación de los alumnos en equipos de trabajo cooperativo, fomentar su participación dinámica, y favorecer la preparación comprensiva y progresiva de los contenidos de la asignatura, todo lo cual se debería reflejar en una mejora de las calificaciones académicas que ellos obtengan.

3. Diseño de la asignatura de estadística aplicada a la psicología II

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura forma parte del Plan de estudios de Grado en Psicología de la Universidad de Salamanca. La impartición de la materia se desarrolla a través de clases presenciales y de la utilización de la plataforma de apoyo virtual a la docencia (Studium), en un contexto de blended learning. El participante típico es una alumna (82,17 %), entre 18 y 25 años, con competencias adquiridas en el uso de la plataforma educativa.

Desde el inicio del curso los estudiantes conocen los contenidos a impartir y las tareas que deben

realizar. La calificación de la asignatura (Tabla 1) proviene de los diferentes indicadores determinados por las tareas que los aprendices deben realizar a lo largo del curso.

El diseño y desarrollo de esta asignatura se ha apoyado en diversos marcos de referencia, tal como se ha descrito anteriormente: del constructivismo se extrae el concepto de la cimentación del conocimiento en el proceso de reelaboración del contenido para transmitirlo a los compañeros, conforme a Vigotsky (1979, 1988); del aprendizaje colaborativo, la idea de que los estudiantes trabajen en grupos preparando el contenido de la materia para impartirlo posteriormente al resto de sus compañeros (Dillenbourg, 1999); E-learning, como parte relevante del proceso de enseñanza-aprendizaje que se canaliza a través de la plataforma virtual de formación, Studium, en el espacio creado al efecto; Evaluación orientada al aprendizaje (Carless, 2007; Carless et al., 2006; Carless, Salter, Yang, y Lam, 2011; McArthur y Huxham, 2013), en la que intervienen como actores los propios aprendices, asumiendo el papel de docentes de sus compañeros. Estos marcos teóricos, han formado parte del desarrollo de la metodología didáctica seguida en la asignatura durante los cursos 2011/12, 2012/13, 2013/14, y 2014/15.

3.2. Roles desempeñados por los agentes que intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje

El modelo que se presenta exige que, antes de informar sobre las tareas y la formación de grupos, se describan los diferentes papeles que van a desempeñar los estudiantes, así como la forma de valorar su desempeño. Los agentes implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje ejercen roles que son variables en función de la tarea que van a realizar. Así pues, el profesor deja de ser una figura central para convertirse en uno más de los actores, y protagonizar un papel de supervisor. Por su parte, el alumno se convierte en docente de sus compañeros, desplegando al mismo tiempo el papel de tutor y evaluador de los mismos. Además es, a su vez, evaluado y supervisado por el profesor, quien verifica si el estudiante ha adquirido el nivel de competencia necesario para ejercer como tutor no experto.

La figura 2 muestra los diferentes roles que desempeña el estudiante en función de la tarea de aprendizaje que desarrolla. Por ejemplo, cuando el estudiante desarrolla el trabajo de grupo, explicando el seminario práctico-presencial que le ha sido asignado, está ejerciendo el papel de profesor-tutor.

Las tareas se han diseñado para llevarse a cabo en grupos de diferente entidad, que se desarrollan en espacios físicos distintos.

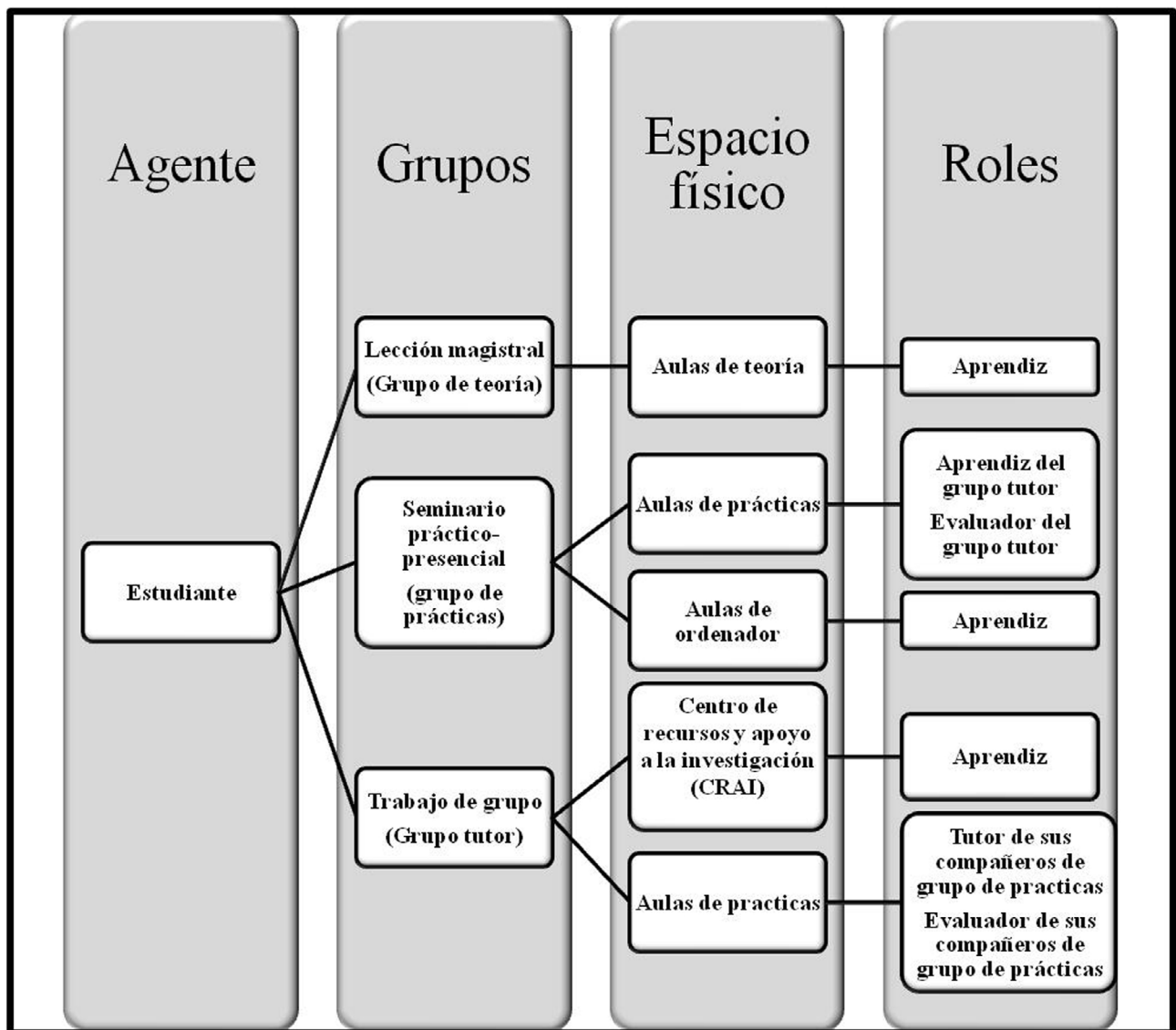


Figura 2. Roles del estudiante en función de los grupos de desempeño y el espacio físico donde se desarrolla la tarea

3.3. Formación de grupos

La formación de los grupos se ha realizado en función del número de alumnos matriculados en la asignatura y de la modalidad organizativa en la que está participando. Al ser estos más de 200 se les ha dividido en dos “grupos de teoría” (A y B), cada uno de los cuales se divide en tres “grupos de prácticas” (A1, A2, A3 y B1, B2, B3), con 36 alumnos aproximadamente. Estos grupos se dividen a su vez en 6 grupos de trabajo que cuentan con 5-7 participantes, denominándose “grupos tutores” (De A1.1 a B3.6).

3.4. Diseño de tareas y la evaluación como elemento de aprendizaje

En función de los contenidos de la materia, se diseñaron las diferentes modalidades organizativas en las que se articula el programa de enseñanza-aprendizaje que compone la asignatura. Se tuvo

en cuenta la carga docente y el número de horas que el estudiante debe emplear en adquirir las competencias establecidas para la disciplina. Además se determinó el peso que corresponde a cada modalidad en la evaluación final. Estas modalidades organizativas son las siguientes:

1º. Clases teóricas. Con ellas se pretende lograr un acercamiento a los contenidos sobre un tema, explicar procesos, efectuar demostraciones teóricas, presentar experiencias, etc., en definitiva, informar sobre los contenidos básicos de la materia. La exposición oral se apoya en recursos didácticos (audiovisuales, textos escritos, etc.) que facilitan la comunicación y permiten que los sujetos registren más información y activen más estrategias de aprendizaje. Para valorar esta modalidad se han utilizado dos estrategias distintas de evaluación: una dirigida al aprendizaje continuado, desarrollada *on-line*, que se ha denominado "prácticas en Studium"; y otra tradicional, que se corresponde con el "examen final" sobre los contenidos de toda la asignatura.

Con las prácticas en Studium se pretende priorizar tanto la retroalimentación dirigida al presente académico, como la dirigida al futuro profesional del estudiante. Para ello se han diseñado y desarrollado cuestionarios que incorporan casos prácticos muy relacionados con el desempeño laboral del psicólogo y ajustados a cada uno de los temas propuestos. Los cuestionarios se ponen a disposición del alumno *vía on-line* mediante la plataforma de apoyo a la docencia. Una vez que el cuestionario correspondiente ha sido resuelto y enviado, se proporciona la calificación del mismo (elemento de certificación), incorporando un *feedback* sobre cada una de las respuestas emitidas (elemento de aprendizaje).

2º. Trabajo de grupo. Esta modalidad organizativa pretende alcanzar un doble objetivo. El primero consiste en estimular la participación de los alumnos en equipos de trabajo cooperativo fomentando su participación dinámica, donde todos los integrantes del equipo trabajen por igual. Con ello se pretende favorecer la preparación comprensiva y progresiva de los contenidos de la asignatura, bajo el principio de "aprender enseñando". Como segundo objetivo se pretende entrenar al aprendiz en el papel de docente, involucrándole activamente en las tareas de tutorización y evaluación. Tal proceso de evaluación implica una retroalimentación en tiempo real del desempeño de los compañeros, promoviendo su aprendizaje. Para ello, al comienzo del curso se distribuye a los alumnos en los denominados grupos tutores, los estudiantes que los integran deben elaborar, explicar, tutorizar y evaluar dos seminarios que les han sido asignados aleatoriamente de los doce que componen los seminarios práctico-presenciales.

El trabajo en grupo proporciona al estudiante un conocimiento de la asignatura de carácter global y tiene un potencial explicativo que le sitúa en condiciones de aprendizaje más significativas. La tarea del estudiante en su papel de tutor, le permite experimentar prácticas muy enriquecedoras. Estas proporcionan un beneficio adicional, pues con ellas el alumno adquiere otras habilidades

indispensables para el desempeño profesional, como el liderazgo, la capacidad para distribuir el trabajo, el compromiso y gestión de equipos, o la planificación y evaluación de tareas.

El trabajo de grupo está orientado y guiado en todo momento por el profesor mediante la realización de, al menos, dos tutorías de carácter obligatorio. Cada tutoría se realiza con más de una semana de antelación a la impartición del seminario práctico-presencial y está convocada desde comienzo de curso en el organigrama semanal de la asignatura. En ellas se expone y discute sobre la forma de presentación, así como sobre los criterios que se deben seguir para la evaluación de la tarea que explicarán al resto de sus compañeros; se resuelven dudas, se corrigen los ejercicios y se proponen otros nuevos. Además le sirve al profesor para ir evaluando de forma continuada la evolución del trabajo.

Al finalizar el curso, cada grupo elabora una memoria con formato portafolio, señalando los puntos fuertes y débiles respecto a las tareas realizadas como grupo tutor. Además incorpora una valoración individual de los componentes del equipo a lo largo del curso. La memoria debe subirse a la plataforma Studium antes de defenderla oralmente en sesión pública y en la fecha prevista en el calendario.

3º. Seminarios práctico-presenciales. Se fundamentan en actividades prácticas de papel y lápiz para desarrollar aprendizajes activos a través de la solución de problemas, aplicando las habilidades y conocimientos adquiridos. Dichas prácticas son impartidas por el grupo tutor (Ej.: A1.1) al grupo de prácticas (Ej.: A1) y supervisadas por el profesor. Se han diseñado 12 seminarios práctico-presenciales de los cuales cada alumno recibe 10 e imparte 2.

Cada seminario práctico-presencial tiene una duración de dos horas, estructurada en cuatro fases:

1ª Fase: el grupo tutor expone ante su grupo de prácticas los puntos más relevantes de los contenidos teóricos de la práctica que les haya correspondido. Seguidamente, han de presentar el procedimiento a seguir para resolver un problema-tipo vinculado con los contenidos anteriores.

2ª Fase: propone a su grupo de prácticas un ejercicio para su resolución en grupos pequeños apoyados por un miembro del equipo.

3ª Fase: el grupo tutor evalúa a su grupo de prácticas mediante unos ejercicios que han creado específicamente para el seminario, calificando las respuestas de cada estudiante en una escala de 0 a 10.

4ª Fase: en los últimos cinco minutos del seminario práctico-presencial se pide al grupo de prácticas que cumplimenten una encuesta de calidad docente, evaluando el trabajo realizado por el grupo tutor. Esta encuesta basada en rúbricas consta de cinco ítems sobre el desempeño del tutor (proporciona explicaciones, estimula el aprendizaje, anima a participar, etc.) y dos ítems sobre la eficacia de la práctica para ayudar al estudiante a fijar contenidos.

Se han proyectado para ser realizados en grupo y de forma individual, produciéndose los tres tipos de interacción que desde el constructivismo social se sugieren: el estudiante con la asignatura, los estudiantes entre sí, y la tercera, la que se establece entre el estudiante y su grupo tutor. La interacción facilita un trabajo que siendo primero colaborativo, deriva en un trabajo individual en el que el alumno es capaz de resolver sus ejercicios. La evaluación de esta tarea es realizada por el grupo tutor de cada práctica, y está orientada al aprendizaje siguiendo el modelo de la teoría LOA. Tal evaluación parte del conocimiento cercano que tiene el estudiante, en su papel de docente, para identificar, comprender y hacer comprensivos los contenidos del aprendizaje y las actividades de enseñanza-aprendizaje que se precisan.

4º. Seminarios de ordenador. Son actividades prácticas informatizadas mediante el uso de *software* estadístico, para desarrollar igualmente aprendizajes activos a través de la resolución de problemas. Como en la modalidad organizativa anterior, se pueden realizar bien en grupos de trabajo, bien de forma individual. Los alumnos de un mismo grupo trabajan colaborativamente, pero cada alumno individualmente aporta sus resultados en un cuaderno de prácticas. A diferencia de los seminarios práctico-presenciales, la evaluación de los contenidos de aprendizaje la realiza exclusivamente el profesor.

3.5. Tareas, agentes, productos y elementos de certificación

El desarrollo de las modalidades organizativas se ha vertebrado atendiendo a las diferentes tareas, agentes, productos de aprendizaje y elementos de certificación que componen la secuencia didáctica de la asignatura (Tabla 1). Dependiendo del tipo de tarea, el agente que la lleva a cabo es distinto. Asimismo cambia el agente evaluado, así como quien evalúa su desempeño. Además, los productos esperados, los instrumentos de evaluación y la certificación son específicos para cada una de las tareas a realizar. Desde el inicio del periodo lectivo, todos los estudiantes matriculados tienen acceso en Studium a los bloques de contenido y el desarrollo de cada uno de sus temas, junto con la información referida a los criterios de certificación, horarios, fechas de tutorías, asignación a los diferentes grupos y a los seminarios práctico-presenciales, etc.

Las estrategias e instrumentos de evaluación para la acreditación de los estudiantes se llevaron a cabo de forma continuada durante el curso, combinándose los siguientes tipos de pruebas y tareas realizadas:

a) Prácticas de Studium: constan de 11 cuestionarios (uno por tema), con formato similar al establecido para el examen final. Cada uno de los cuestionarios se valora de 0 a 10 y es necesario que al menos el 80% tenga una calificación superior a 5 para que puedan ser tenidos en cuenta en la evaluación final.

A) Tareas a realizar por el estudiante	B) Productos esperados	C) Agente evaluado	D) Agente evaluador	E) Técnicas e instrumentos evaluación	F) Elementos de certificación	
1. Resolver Prácticas de Studium	Resolución de problemas	Todos los estudiantes	Profesor	Corrección de problemas (<i>on line</i>) con retroalimentación	13%	
Trabajo de grupo	2. Asistencia a tutoría	Grupo tutor	Profesor	Orientación y <i>feedback</i> . Escala de valoración cualitativa y cuantitativa	3%	
	3. Desarrollo de dos seminarios prácticos-presenciales		Grupo prácticas	Encuesta sobre calidad docente	2%	
			Profesor	Escala de valoración cualitativa y cuantitativa	10%	
	4.Exposición oral y escrita de la memoria		Memoria (portafolio)	Profesor	Escala de valoración de contenidos	5%
				Grupo tutor	Escala de autoevaluación	1%
				Profesor	Escala de valoración de la exposición	4%
5. Diez seminarios prácticos-presenciales	Exposición de contenidos. Resolución de problemas	Grupo prácticas	Grupo tutor	Cuestionario sobre conocimientos	17%	
6. Seminarios de ordenador	Resolución de problemas mediante software estadístico	Todos los estudiantes	Profesor	Cuaderno de prácticas	20%	
7. Examen	Resolución de la prueba	Todos los estudiantes	Profesor	Cuestionario sobre conocimientos	25%	

Tabla 1. Vinculación entre tareas, agentes, productos de aprendizaje y elementos de certificación

b) Trabajo de grupo: para evaluar este trabajo será necesario asistir obligatoriamente a dos sesiones de tutoría en grupo (Tabla 1, A-2), para el control del mismo. El docente tiene en cuenta para la certificación de esta tarea las asistencias obligatorias y la calificación numérica obtenida (Tabla 1, F-2).

c) Seminarios práctico-presenciales y de ordenador: los alumnos, individualmente, tienen que entregar las actividades prácticas que se realicen en clase (Tabla 1, A-3, A-4 y A-5) y en el laboratorio de informática (Tabla 1, A-6) a lo largo del curso y en las fechas programadas. La asistencia a clase es obligatoria para poder participar en este tipo de actividad y será obligatorio entregar, como mínimo, el 80% del total de las prácticas para que puedan añadirse a la calificación final.

d) Examen: consta de una parte teórica y otra práctica (Tabla 1, A-7). En la parte teórica se evalúa la comprensión de los conceptos más importantes de la materia, a través de una prueba objetiva con alternativas de respuesta. En la parte práctica se evalúa la habilidad para seleccionar, aplicar e interpretar los conceptos y las técnicas estadísticas que se imparten en la asignatura.

Para esta experiencia, se han generado, entre otros, diversos instrumentos evaluadores del papel del aprendiz como tutor no experto (Varela, Giralt, y Gallego, 2012). Para ello se han utilizado los criterios evaluadores de Dolmans y Ginns, (2005) que han mostrado buena fiabilidad y validez en población universitaria. En esta experiencia, los cinco factores extraídos por Dolmans y Ginns se han reducido a una pregunta por factor.

4. Resultados académicos de la experiencia

El presente estudio se basa en el análisis de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes desde el curso 2007/08 a 2014/15 en la asignatura Estadística Aplicada a la Psicología II. Durante los cursos 2007/2008 a 2010/2011 la asignatura se impartió dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Psicología, mientras que en los cursos restantes la asignatura fue impartida en la nueva titulación del Grado en Psicología. Por otra parte, durante los cursos 2009/10 y 2010/11 se incorporaron recursos y tareas (Plataforma Studium, cuestionarios on line y un trabajo de grupo) dirigidas a los estudiantes, que no siendo de carácter obligatorio, sin embargo contribuían a incrementar la calificación obtenida. En los cursos posteriores, hasta la actualidad, la asignatura ha sido impartida siguiendo el modelo didáctico propuesto en este trabajo.

Se llevó a cabo un estudio retrospectivo de los resultados académicos obtenidos por los estudiantes matriculados en la asignatura. Cuando se tiene en cuenta el total de los alumnos matriculados, el porcentaje de alumnos calificados como No presentado varía en función del curso académico (Tabla 2).

Así pues, en los cursos correspondientes a la Licenciatura (2007/08 a 2010/2011), los estudiantes no presentados constituyeron la categoría más frecuente (38,3%, 50,2%, 48,3% y 21,9% respectivamente). Por otra parte, en los cursos correspondientes a la Licenciatura el porcentaje de estudiantes con la

CALIFICACIONES

Curso		No Presentado	Suspense	Aprobado	Notable	Sobresaliente	TOTAL
2008	n	173	161	85	29	4	452
	%	38,3%	35,6%	18,8%	6,4%	0,9%	100,0%
2009	n	206	106	55	39	4	410
	%	50,2%	25,9%	13,4%	9,5%	1%	100,0%
2010	n	186	71	87	38	3	385
	%	48,3%	18,4%	22,6%	9,9%	0,8%	100,0%
2011	n	92	79	207	40	2	420
	%	21,9%	18,8%	49,3%	9,5%	0,4%	100,0%
2012	n	2	19	152	9	0	182
	%	1,1%	10,4%	83,5%	4,9%	0,0%	100,0%
2013	n	7	14	190	4	0	215
	%	3,3%	6,5%	88,4%	1,9%	0,0%	100,0%
2014	n	3	21	184	11	0	219
	%	1,4%	9,6%	84,0%	5,0%	0,0%	100,0%
2015	n	5	24	178	9	0	216
	%	2,3%	11,1%	82,4%	4,2%	0,0%	100,0%
Total	n	674	495	1138	179	13	2499
	%*	27%	19,8%	45,5%	7,2%	0,6%	100%

/* Dentro del curso académico

Tabla 2. Distribución de las calificaciones en función del curso académico.

calificación Sobresaliente, ha sido 0,9%, 1%, 0,8% y 0,4%, respectivamente. Ello es particularmente relevante dado que desde la implantación del Grado no ha habido ningún estudiante con dicha calificación. Sin embargo, el porcentaje de estudiantes con la calificación Aprobado, se ha incrementado muy considerablemente a lo largo de los cursos correspondientes al Grado y, en consecuencia, el porcentaje de estudiantes con la calificación Suspense, se ha reducido drásticamente.

De los 2499 estudiantes matriculados, solo 1823 constan en actas con una nota cuantitativa entre 0 y 100, mostrándose sus valores descriptivos en la tabla 3.

A partir de los datos obtenidos, se llevó a cabo un ANOVA unifactorial, utilizando el curso académico como factor inter y las puntuaciones obtenidas como variable de medida, a un nivel de confianza del 95%. Los resultados indican la existencia de efectos debidos al factor $F(1, 1815) = 36,45$, $p < ,000$. La prueba a posteriori DHS de Tukey mostró la existencia de tres subconjuntos homogéneos de calificaciones. El primero de ellos está formado por las calificaciones de los cursos 2007 a

2009, agrupando a las puntuaciones más bajas (45,00). El segundo subconjunto lo configuran las calificaciones de los cursos 2009 a 2011, recogiendo las puntuaciones intermedias (53,78). El último subconjunto está formado por los cursos restantes (2012 a 2015), agrupando las calificación medias más elevadas (57,79). Dichos subconjuntos se corresponden con los periodos antes mencionados respecto a los planes de estudio de la Licenciatura y el Grado, así como el periodo de transición en donde se incorporaron metodologías y recursos propios del blended learning.

Curso Académico	Nota Media	Desviación típica	N
2007/08	43,06	20,02	277
2008/09	46,95	22,80	204
2009/10	53,91	18,65	199
2010/11	53,64	13,19	328
2011/12	58,32	8,04	180
2012/13	58,61	6,42	208
2013/14	56,55	8,88	216
2014/15	58,49	9,12	211
Total	53,25	15,75	1823

Tabla 3. Datos descriptivos de la muestra en función del curso académico

5. Valoración de la experiencia: fortalezas y debilidades

Tradicionalmente, en la universidad se han valorado sobre todo las exposiciones teóricas y las clases magistrales que llevan a adquirir un conocimiento teórico de las materias que se imparten, haciendo especial hincapié en aspectos memorísticos y de pensamiento reproductivo, confeccionando una evaluación de carácter eminentemente sumativo, bien porque se fundamentara en la realización de uno o más exámenes, bien porque exclusivamente se evaluaban conocimientos.

Con la incorporación al modelo Bolonia, la universidad ha experimentado cambios sustanciales en sus planteamientos, destacando entre ellos la implementación de metodologías blended learning en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este marco, la clase magistral deja de ser el centro de la docencia, y el profesor pierde su carácter exclusivo de transmisor de conocimientos, para convertirse en un apoyo continuado a lo largo de los estudios universitarios del estudiante. En la actualidad, el estudiante es el protagonista fundamental de su aprendizaje, no solo en los aspectos directamente relacionados con su objeto de estudio, sino también con aquellas competencias que le van a permitir integrarse de forma progresiva al mundo profesional.

Al mismo tiempo, otro de los cambios importantes ha consistido en la nueva concepción de la evaluación, al modificarse tanto el objeto como el procedimiento de la misma. Así el objeto de evaluación ya no son estrictamente los contenidos de la materia adquiridos por el estudiante, sino las competencias alcanzadas. De igual modo, no es el profesor el único agente evaluador, y los instrumentos de evaluación inciden tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos. En este sentido, se ha pasado de una evaluación puramente acreditativa a modelos tan diversos como el propuesto por Carless et al. (2006), donde la evaluación y el aprendizaje se funden en una forma productiva de asociación.

El diseño de la asignatura de Estadística Aplicada a la Psicología II, descrito en el presente trabajo, se ha basado en el modelo LOA, de tal manera que las dimensiones del modelo se ven reflejadas en el desarrollo de las tareas descritas anteriormente.

La primera dimensión de este marco teórico, entiende las tareas de evaluación como tareas de aprendizaje. Todas las tareas de la asignatura han sido diseñadas para alcanzar el objetivo que persigue esta dimensión, permitiendo al estudiante construir su propio aprendizaje sobre la estadística. Sin embargo, se ha podido detectar, conforme a los resultados reflejados en la Tabla 2, que con este modelo de enseñanza es más difícil reconocer la calidad superior de algunos estudiantes, porque se homogenizan y diluyen las competencias extraordinarias que algunos de ellos puedan adquirir, dado que en trabajos de equipo y tareas no individualizadas, tales competencias son difíciles de detectar, y, por tanto, no pueden ser evaluadas y reconocidas.

La siguiente dimensión, relacionada especialmente con la participación de los alumnos en las tareas de evaluación, siguiendo a Boud y Falchikov (2006), fue consensuada entre el profesor y los estudiantes al inicio del curso académico, especialmente en aquellas tareas que se realizaron en grupo y en los seminarios. El hacer un seguimiento continuado y estimulado por los compañeros, favoreció que todos participaran y se integraran en los grupos. Estos, a veces se han relacionado entre sí de forma competitiva, cuestión esta que en principio pudiera considerarse como una consecuencia beneficiosa, pero en otras ocasiones ha supuesto un perjuicio para aquellos otros grupos que eran más asociativos. Además la evaluación que realizaron de sus compañeros, en algunos casos, fue más estricta que la realizada por el propio profesor, en contra de lo pudiera esperarse. Por otro lado, la escasa diferenciación presente en las calificaciones académicas durante los cursos académicos correspondientes al Grado, también puede ser debida a que parte de la evaluación es realizada por los propios compañeros del estudiante, y esta suele ser homogénea para todos los miembros del grupo, desapareciendo así las posibles diferencias que pudieran existir.

La tercera dimensión refleja la retroalimentación, proporcionada tanto por el tutor como por los compañeros. A lo largo de esta experiencia, hemos podido detectar que los alumnos no percibieron

el contexto didáctico de las tareas del mismo modo que el profesor. La información procedente de la retroalimentación era valorada de forma más satisfactoria cuando la fuente de la misma eran los iguales y, por otro lado, los alumnos demandaban una retroalimentación más inmediata y frecuente en el diálogo que se establecía con el profesor. Tal y como apuntan McArthur y Huxham, (2013), a la hora de introducir el feedback, tuvieron especial importancia la claridad, el control y la oportunidad del momento, porque se precisaron para que el estudiante pudiera construir su particular concepción de la retroalimentación, al compartirlas con el docente cuando actuaron como tutores. En consecuencia, tal y como apuntan Carless et al. (2011), la retroalimentación fue sostenible y acertada, cuando apoyó a los estudiantes en el autocontrol de su propio trabajo, de forma independiente del profesor, hecho puesto de manifiesto por nuestros estudiantes en las memorias presentadas durante los cursos académicos correspondientes al Grado.

En esta experiencia docente, considerada una aplicación del blended learning en cuanto al moderado uso de los componentes online (Cabero y Llorente, 2008), la plataforma de apoyo a la docencia ha sido un instrumento de vertebración de las interacciones entre los diferentes componentes del entorno educativo. Ha permitido al aprendiz, desde el inicio, hacerse una idea general del curso, organizar su trabajo y facilitarle el acceso rápido a los materiales necesarios para cada una de las tareas diseñadas. Además, el uso de los foros creados en la plataforma, permitió a los estudiantes la interacción con sus compañeros de grupo, compartir sus materiales de trabajo, contactar con el profesor, etc. De este modo, la plataforma ha contribuido de manera sustancial a entender mejor la estructura y dinámica interna de la asignatura.

En cuanto a la tutorización por pares, basándonos en las manifestaciones expresadas en las memorias de trabajo elaboradas por los estudiantes, ha resultado ser una estrategia especialmente beneficiosa: en general todos los grupos han afirmado que entendieron muchos de los contenidos de la asignatura cuando tuvieron que explicárselos a sus compañeros. Bajo la utilización que hemos realizado de la LOA en este trabajo se supera el concepto alumno-tutor (Cieza, 2011), introduciendo la figura del alumno-tutor-evaluador. Los alumnos manifestaron que la evaluación realizada a sus compañeros les supuso un gran esfuerzo y responsabilidad, criticando incluso a aquellos de sus compañeros que adoptaban una valoración común para todos los miembros del equipo, evitando así el compromiso que conlleva la realización del proceso evaluador. Además, afirmaron comprender mejor la tarea del docente. De aquí, se deriva también que la estrategia de evaluación seguida en la asignatura, ha cumplido el objetivo que se perseguía debido a que, tal como los estudiantes afirmaron, para evaluar necesitan conocer. No obstante, recordemos que las aportaciones de los estudiantes revelaron cómo la retroalimentación realizada por el profesor, debería llevarse a cabo con mayor frecuencia. Dicha retroalimentación requeriría contar con una plantilla de profesorado mayor de la disponible en la actualidad o reducir el número de alumnos.

Las valoraciones de los estudiantes inciden en aspectos educativos ligeramente alejados del blended learning, ya que como mejora del curso solo han demandado una mayor cantidad de tutorías presenciales. Por otro lado, respecto al uso de foros, los estudiantes manifestaron mayoritariamente preferir sistemas de mensajería multimedia (WhatsApp, Line, etc.), ajenas a las herramientas de comunicación proporcionadas por las plataformas de apoyo a la docencia (Moodle).

Desde un punto de vista cuantitativo, el análisis de los resultados de las diferentes modalidades e instrumentos de evaluación aplicados, ha permitido establecer y delimitar objetivamente las bondades (aumento de número de estudiante presentados y aprobados) y limitaciones (discriminar positivamente a aquellos que han conseguido un mayor grado de competencias en la asignatura) del modelo utilizado.

Además, hemos comprobado cómo se produce un primer cambio en los dos últimos cursos académicos correspondientes a la Licenciatura (que previamente hemos considerado como período de transición), en los cuales se incorporaron elementos característicos del blended learning, tales como la plataforma de apoyo virtual a la docencia, en su doble vertiente de herramienta facilitadora de recursos educativos y como medio para la presentación de instrumentos de evaluación con retroalimentación inmediata. El segundo cambio ha coincidido con el inicio del Grado, iniciándose entonces la implantación completa del modelo. Los resultados relativos a este periodo ponen de manifiesto la existencia de un incremento en la calificación media, unida a una gran disminución de la variabilidad de las notas obtenidas. Por último, se aprecia un cambio cualitativo importante en cuanto a la drástica disminución del número de abandonos (no presentados) y el aumento simultáneo de la implicación y seguimiento por parte de los estudiantes matriculados en el curso.

En definitiva, se ha intentado que los alumnos desplegasen habilidades de pensamiento e instrumentales que contribuyesen al desarrollo de destrezas metacognitivas para el aprendizaje, a través de la realización de las tareas académicas diseñadas en el contexto de la asignatura. Con ello se aspira a que estas destrezas puedan generalizarse al futuro profesional y personal del aprendiz y además le permitan adaptarse a situaciones de diversa índole y entidad.

6. Agradecimientos

Agradecimientos a la Universidad de Salamanca por la concesión de la subvención recibida para la realización del proyecto (ID2012/300) en la convocatoria de Ayudas a Proyectos de Innovación Didáctica 2012/2013.

7. Referencias

Biggs, J. (2006). *Calidad en el aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea Ediciones.

Boud, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society. *Studies in Continuing Education*, 22(2), 151–167. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/713695728>

Boud, D., & Falchikov, N. (2006). Aligning assessment with long-term learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(4), 399–413. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02602930600679050>

Cabero, J., & Llorente, M. C. (2008). Del eLearning al Blended Learning: nuevas acciones educativas. *Quaderns Digitals*, 51 (ISSN 1575-9393). Recuperado el 20 de julio de 2014, de: <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/jca19.pdf>.

Cabero, J., & Llorente, M. C. (2010). La experiencia formativa de los alumnos en el Campus Andaluz Virtual (CAV). RU&SC. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 7, (2)1-14.

Carless, D. (2003). Factors in the implementation of task-based teaching in primary schools. *System*, 31(4), 485-500. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.system.2003.03.002>.

Carless, D. (2007). Learning-oriented assessment: Conceptual bases and practical implications. *Innovations in Education and Teaching International*, 44(1), 57–66. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/14703290601081332>

Carless, D., Joughin, G., & Liu, N. F. (2006). *How assessment supports learning: Learning-oriented assessment in action*. Hong Kong: Hong Kong University Press. doi:<http://dx.doi.org/10.5790/hongkong/9789622098237.001.0001>

Carless, D., Joughin, G., & Mok, M. M. C. (2006). Learning-oriented assessment: principles and practice. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(4), 395-398. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/02602930600679043>

Carless, D., Salter, D., Yang, M., & Lam, J. (2011). Developing sustainable feedback practices. *Studies in Higher Education*, 36(4), 395-407. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03075071003642449>.

Cieza, J. A. (2011). El proyecto «tutoría entre compañeros» en la Facultad de Educación de la Universidad de Salamanca. *Aula*, 17, 249–254.

De-Juanas Oliva, Á., & Beltrán Llera, J. A. (2013). Valoraciones de los estudiantes de ciencias de la educación sobre la calidad de la docencia universitaria. *Educación XX1*, 17(1). Recuperado a partir de <http://e-spacio.uned.es/revistasuned/index.php/educacionXX1/article/view/10705>.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? En *Collaborative-learning: Cognitive and computational approaches*. (pp. 1–19). Oxford: Elsevier. Recuperado a partir de <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/19/02/40/PDF/Dillenbourg-Pierre-1999.pdf>.

Dolmans, D. H. J. M., & Ginns, P. (2005). A short questionnaire to evaluate the effectiveness of tutors in PBL: validity and reliability. *Medical Teacher*, 27(6), 534-538. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01421590500136477>.

Gibbs, G., & Simpson, C. (2004). Conditions under which assessment supports students' learning. *Learning and Teaching in Higher Education*, 1(1), 3–31.

Hernández-Pina, F., Martínez, P., Da Fonseca, P., & Rubio, M. (2005). *Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior*. Madrid: Editorial La Muralla.

Ibarra Sáiz, M. S., Rodríguez Gómez, G., & Gómez Ruiz, M. Á. (2012). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de Educación*, 359, 206–231. doi: <http://dx.doi.org/10-4438/1988-592X-RE-2010-359-092>.

Knight, P. T. (2002). Summative Assessment in Higher Education: Practices in disarray. *Studies in Higher Education*, 27(3), 275-286. doi: <http://dx.doi.org/10.1080/03075070220000662>

Liu, N. F. y Carless, D. (2006). Peer feedback: the learning element of peer assessment. *Teaching in Higher Education*, 11(3), 279-290. <http://dx.doi.org/10.1080/13562510600680582>

López, E., Valentín, A., & González-Tablas, M. M. (2012). De las condiciones del prácticum de la licenciatura en psicología a las competencias del grado: análisis de las valoraciones de los alumnos. En González Ferreras, C., González Manjón, D., Mestre Navas, J. M., & Guil Bozal, R. (Coords.), *Aportaciones recientes al estudio de la Motivación y las Emociones* (pp. 47-55). Cádiz: Fénix Editora.

McArthur, J., & Huxham, M. (2013). Feedback unbound: From master to usher. En S. Merry, M. Price, D. Carless y M. Taras, Eds. *Reconceptualising Feedback in Higher Education: Developing dialogue with students*. London: Routledge.

Orsmond, P., & Merry, S. (2011). Feedback alignment: effective and ineffective links between tutors' and students' understanding of coursework feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(2), 125-136. <http://dx.doi.org/10.1080/02602930903201651>

Quesada Serra, V., Rodríguez-Gómez, G., & Ibarra Sáiz, M. S. (2013). ActEval: un instrumento para el análisis y reflexión sobre la actividad evaluadora del profesorado universitario. *Revista de Educación*, (362. Septiembre - Diciembre), 69- 104. doi: <http://dx.doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-362-153>.

Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional science*, 18(2), 119–144. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00117714>

Sadler, D. R. (2002). Learning dispositions: can we really assess them? *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 9(1), 45-51.

Spiro, R. J., Feltovich, P. J., Jacobson, M. J. y Coulson, R. L. (1992). Cognitive flexibility, constructivism, and hypertext: random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domain. En *Constructivism and the technology of instruction: a conversation*. Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Valentín, A., Mateos, P. M., González-Tablas, M. M., Pérez, L., López, E., & García, I. (2013). Motivation and learning strategies in the use of ICTs among university students. *Computers & Education*, 61, 52-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2012.09.008>

Varela, J. L. M., Giralt, E. G., & Gallego, G. A. (2012). El ABP en los estudios universitarios de las artes. Un análisis del papel del tutor experto y no-experto en la identificación de los objetivos de aprendizaje. *CIDUI-Llibre d'actes*, 1(1). Recuperado a partir de <http://www.cidui.org/revista-cidui12/index.php/cidui12/article/view/53>.

Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psíquicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica.

Vigotsky, L. S. (1988). Interacción entre enseñanza y desarrollo. En *Selección de lecturas de Psicología Pedagógica y de las Edades*, Tomo III. La Habana: Editora Universidad.

GAMIFICATION: metodologia para envolver e motivar alunos no processo de aprendizagem

GAMIFICATION: methodology to engage and motivate students in the learning process

GAMIFICATION: metodología para involucrar y motivar los estudiantes en el proceso de aprendizaje

Inês Araújo

Universidade de Coimbra - Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Coimbra, Portugal. inesaraujo@fpce.uc.pt

Resumo

Gamification é um conceito recente, antecipando-se como uma tendência tecnológica a implementar nas escolas até 2017 (Johnson, Adams Becker, Estrada, & Freeman, 2014a, 2014b, 2014c). Atualmente a generalidade dos exemplos de aplicação da *Gamification*, incluindo o contexto educativo, consiste na utilização de Crachás/Badges, *Leaderboards* e pontuações. Vários autores (Burke, 2014; Deterding, 2014; Kapp, 2012; Zichermann, 2013) realçam que a *Gamification* não se pode restringir à mera aplicação destes mecanismos de jogo a contextos que se pretendem gamificados. É necessário conhecer os interesses do público, assim como as suas necessidades e motivações, planificando atividades gamificadas que respondam às suas expectativas.

É por tudo isto necessário desenvolver estudos que permitam compreender como este processo poderá ser implementado de forma mais eficaz em contextos educacionais, possibilitando o desenvolvimento de ferramentas adequadas e criando linhas orientadoras que possam guiar os que quiserem incluir a *Gamification* na sua prática letiva.

Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre o conceito de *Gamification*, descrevendo alguns exemplos relevantes que facilitem compreender como pode ser implementado, propondo questões a refletir no momento de aplicar esta nova metodologia a contextos educacionais.

Palavras-chave

Gamification; Jogos; Engagement; Motivação; Métodos de ensino.

Abstract

Gamification is a recent concept and is projected as a technological trend to implement in schools by 2017 (Johnson, Adams Becker Road & Freeman, 2014a, 2014b, 2014c). Currently the majority of application examples of *Gamification*, including the educational context, are to use Buttons / Badges, *Leaderboards* and Scores. Several authors (Burke, 2014; Deterding, 2014; Kapp, 2012; Zichermann, 2013) emphasize that the *Gamification* cannot be restricted to the mere application of these game mechanics into any contexts wanted to be gamified. It is necessary to know the interests of the audience, their needs, what can motivate them and plan a gamify activity that meets these expectations.

For all these reasons is important to develop studies to understand how this process could be implemented more effectively in educational contexts, enabling the development of appropriate tools and creating guidelines that can guide those who want to include *Gamification* in their teaching practice.

This article presents a literature review on the concept of *Gamification*, describing some relevant examples that make it easier to understand how it can be implemented, proposing questions to ponder when applying this new methodology to educational contexts.

Keywords

Gamification; Games; Engagement; Motivation; Teaching methods.

Resumen

Gamification es un concepto reciente y se proyecta como una tendencia tecnológica para aplicar en las escuelas para el año 2017 (Johnson, Adams Becker carretera y Freeman, 2014a, 2014b, 2014c). Actualmente la mayoría de los ejemplos de aplicación de *gamificación*, incluyendo el contexto educativo, consiste en utilizar los botones / insignias, tablas de clasificación y puntuaciones. Varios autores (Burke, 2014; Deterding, 2014; Kapp, 2012; Zichermann, 2013) enfatizan que la *gamificación* no puede limitarse a la mera aplicación de estos mecanismos en el juego si quieren contextos gamificados. Es necesario conocer los intereses de la audiencia, sus necesidades, lo que puede motivar y planear una actividad gamificada que cumpla con estas expectativas.

Por todas estas razones, se tienen que desarrollar estudios para comprender cómo este proceso podría implementarse con mayor eficacia en contextos educativos, lo que permite el desarrollo de herramientas adecuadas y las directrices que crean que pueden guiar a aquellos que quieren incluir *gamificación* en su práctica docente.

Este artículo presenta una revisión de la literatura sobre el concepto de *gamificación*, describiendo algunos ejemplos relevantes que hacen que sea más fácil de entender cómo se puede implementar, proponer preguntas para reflexionar sobre la hora de aplicar esta nueva metodología a los contextos educativos.

Palabras clave

Gamification; Juegos; Engagement; Motivación; Métodos de Enseñanza.

Recepción: 02-11-2014

Revisión: 14-01-2015

Aceptación: 23-09-2015

Publicación: 01-03-2016

1. Introdução

É com frequência que nos deparamos com pessoas de diferentes idades a utilizar equipamentos móveis para jogar, seja num transporte público, seja em locais de restauração seja mesmo nos recreios das escolas. As novas gerações ocupam grande parte dos seus tempos livres a jogar nos mais variados dispositivos móveis que dispõem (Carvalho & Araujo, 2014; McGonigal, 2011; Saatchi & Saatchi, 2011; Squire, 2011). A oferta de jogos para equipamentos móveis, nomeadamente os *smartphones* e *tablets*, é hoje tão variada que a indústria dos videojogos é considerada uma das que irá gerar mais lucros (Newzoo & Casual Games Association, 2013).

O desenvolvimento tecnológico associado ao desenvolvimento técnico dos videojogos e jogos digitais criaram todo um ambiente propício ao surgimento da *gamification* (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011; Kapp, 2012; Zichermann & Linder, 2013). Para isto contribuíram autores como Jane McGonigal (2011) que tem dedicado o seu trabalho e estudo defendendo como os jogos podem influenciar a sociedade.

Num estudo realizado por Hamari, Koivisto & Sarsa (2014) que analisa artigos publicados sobre *Gamification*, é realçado que existem aspetos positivos, nomeadamente, o aumento da motivação e do envolvimento dos sujeitos nas atividades em que participaram. No entanto, no mesmo estudo é revelado que são pontos mais vulneráveis a competitividade, a avaliação e a planificação ou *design* do processo de gamificação das atividades (Hamari, Koivisto & Sarsa, 2014).

A gamificação é indicada no NMC Horizont Report 2014 como uma das tendências tecnológicas que se desenvolverá até 2017 no Ensino Superior principalmente em plataformas de ensino online (Johnson *et al.*, 2014a), no Ensino Secundário através da utilização de jogos de RPG (Role Playing Games) online e de crachás digitais (Johnson *et al.*, 2014b) nos restantes níveis de ensino através da utilização de jogos de simulação, transformando trabalhos em desafios, atribuindo recompensas pelo bom desempenho sob a forma de pontuações ou crachás digitais (Johnson *et al.*, 2014b).

Por tudo isto, a *Gamification* é um conceito a que devemos dar atenção analisando a sua aplicação à área educacional. O presente artigo pretende esclarecer o conceito de *Gamification* partindo da sua origem, da relação com os jogos e apresentando a sua definição mais consensual. Serão também apresentados exemplos internacionais de aplicação do conceito em contexto educacional. Finalizaremos com as questões que devem ser analisadas mais atentamente aquando da escolha de um método de aplicação mais eficaz ao contexto educacional.

2. Definir o conceito de *Gamification*

2.1. As origens da *Gamification*

O termo *Gamification* surgiu em 2002 através de Nick Pelling com um significado diferente do atual (Burke, 2014). Como tinha trabalhado no desenvolvimento de interfaces para videojogos, o autor ponderou como este conhecimento poderia ser utilizado para melhorar equipamentos eletrónicos como caixas multibanco, máquina de venda automática, telemóveis, etc. A ideia base era tornar os equipamentos mais intuitivos tal como uma consola de jogo ou o interface de um videojogo, nas suas palavras: “making hard things easy, expressive, near-effortless to use” (Pelling, 2011). Mas focava-se apenas no desenvolvimento de *hardware* ou equipamentos eletrónicos mais intuitivos, ideia equivalente ao surgimento dos sistemas iOS, Android e Windows Phone que conhecemos hoje, que se desenvolveram com a massificação de equipamentos de ecrã tátil. Pelling (2011) refere mesmo que a Apple beneficiou da aposta neste tipo de equipamentos, lamentando ter sido um visionário que chegou 10 anos antes do tempo.

No entanto é em 2010 que o termo *Gamification* ganha força com o significado que hoje lhe é atribuído (Burke, 2014; Zichermann & Linder, 2013). O termo é então utilizado por Jesse Schell (2010) na conferência DICE 2010, onde defendeu que no futuro os jogos ou os elementos que os constituem iriam invadir as tarefas do quotidiano. Seguiram-se livros de grande sucesso por Gabe Zichermann que defendeu o uso de mecânicas de jogo na área do marketing, Jane McGonigal que considera que os jogos podem mudar comportamentos e Baron Reeves que refere que os jogos e a potencialidade do mundo virtual podem revolucionar a forma como as pessoas trabalham (Xu, 2011).

A adoção de técnicas de *Gamification* em diferentes contextos ganhou maior impulso após a predição em 2011 pela Gardner, Inc, uma empresa de consultadoria na área das tecnologias, que conjecturou que mais de metade das empresas iriam aderir a esta tecnologia até 2015 (Burke, 2014; Kapp, 2012; Xu, 2011).

É neste contexto que surgiram serviços online como o *Open Badges* (<http://openbadges.org/>) e empresas de gamificação como a *Badgeville* (<http://badgeville.com/>) e *Bunchball* (<http://www.bunchball.com/>). A forma como a *Gamification* pode ser aplicada varia conforme os objetivos de cada empresa, tanto pode ser utilizada para aumentar a produtividade de funcionários como para cativar mais clientes. No entanto a sua aplicação não se cinge às empresas, ela também tem sido utilizada na área da medicina, do desporto ou *fitness*, comportamentos sociais... e, obviamente, na área da educação.

2.2. Do jogo à *Gamification*

Como já foi mencionado os jogos invadiram a grande maioria de dispositivos eletrônicos que nos acompanham diariamente, desde o simples telemóvel até mais recentemente a televisão através dos serviços de fibra ótica. Segundo Hamari, Keronen, & Alha (2015) através da análise de estudos internacionais a “attitude¹, flow, satisfaction, perceived enjoyment and perceived playfulness were the strongest predictors for use” (p. 4) de jogos. Significa isto que são razões subjetivas que estão na base do investimento que o jogador fará no jogo que escolheu. Cada jogador terá as suas próprias preferências, que podem ou não, ser influenciadas pelos pares, por experiências anteriores ou por gostos particulares, isto tanto a nível da estética do jogo como ao nível dos objetivos que se pretendem alcançar no próprio jogo.

Com o desenvolvimento tecnológico atual é possível encontrar jogos que satisfaçam o interesse de cada um individualmente. Mas a verdade é que os motivos que levam duas pessoas a gostar do mesmo jogo podem ser diferentes, pois cada um terá interpretações diferentes do que o diverte. Segundo Jon Radoff (2011) é possível caracterizar nos diferentes jogos 43 elementos de diversão, motivos pelos quais os jogadores gostam de determinado jogo. As razões apontadas podem reduzir-se à mera preferência em colecionar objetos, sentir o poder de governar, de ser um vilão, ganhar pontos, etc.

Carvalho & Araujo (2014) revelam através da análise dos dados recolhidos por um questionário sobre hábitos e preferências de jogos e que foi preenchido por alunos do 2º Ciclo do Ensino Básico (CEB) ao Ensino Superior, que 71,7% dos jovens portugueses jogam. Sendo que em média o número de horas utilizado para jogar por semana oscila nos diferentes níveis de ensino analisados entre as 8,9h (género masculino no Ensino Secundário) e as 2,8h (género feminino no 2º CEB). Estes números revelam a importância que os jogos possuem na vida dos jovens portugueses, importância essa que não pode ser ignorada em contexto educacional.

Para Ralph Koster (2005) a aprendizagem é a razão pela qual os jogos proporcionam prazer, ou seja, o cérebro humano ao conseguir assimilar uma nova competência possibilita a libertação de uma endorfina que proporciona uma sensação de bem-estar, por esse motivo alega que “with games, learning is the drug” (p. 40). Por motivos de sobrevivência o ser humano necessita de aprender, em termos biológicos esta aprendizagem é reforçada pelo prazer das endorfinas libertadas aquando de uma nova conquista criando a sensação de euforia que lhe é tão característica.

Também James Paul Gee (2003) após analisar diferentes videojogos apresenta 36 princípios de

¹ Attitude was defined as user preferences regarding on-line game playing, and is influenced by beliefs, including social influences, flow experience, perceived usefulness, and perceived ease-of-use” (Hsu & Lu, 2004).

aprendizagem que identificou e que, no seu entender, podem revolucionar a educação tal como a conhecemos atualmente. Como exemplos é possível salientar “Psychosocial Moratorium”, o jogo possibilita um espaço onde é possível arriscar sem consequências reais; “Semiotic” onde cada jogo envolve uma literacia própria, um contexto onde os símbolos e conceitos têm um significado próprio assimilado através da experiência; e “Affinity Group” quando um grupo interage de forma a partilhar experiências e conhecimentos sobre o jogo que os une.

Aos jogos são reconhecidos atributos que podem impulsionar a aprendizagem. Kurt Squire (2011) apresenta a sua experiência na utilização de jogos em contexto educativo, realçando na sua obra as potencialidades que muitos videojogos possuem ao proporcionar um mundo que se pode explorar, ou seja, pela prática, assimilar as relações entre os vários fatores. No entanto reconhece que nem todos os alunos estão recetivos à utilização dos jogos, ou que os joguem meramente para aprender esquecendo o prazer de competir ou o prazer de completar as tarefas no menor espaço de tempo possível. Enfatiza também que os jogos com objetivos educacionais não poderão desprezar a evolução tecnológica e estética, pois para cativar a atenção dos alunos é necessário que possuam características semelhantes aos média com que contactam diariamente.

O trabalho de Jane McGonigal (2011), *game designer* que viu nos jogos grandes possibilidades para mudar comportamentos ou mesmo a sociedade, ajudou a criar um novo olhar sobre estes e as suas potencialidades. Para ela os jogos proporcionam sentimentos aos jogadores que a realidade não permite. Nesta dificilmente o *feedback* é imediato e nem sempre o reforço é positivo, mais facilmente são apontadas as falhas que elogiados os pontos fortes. Sendo que o jogo é um ambiente onde o *feedback* é imediato, a pessoa se sente valorizada a cada conquista, seja através de recompensas externas ou o próprio sentimento de “achievement”. Assim é fácil compreender porque cada vez mais pessoas se rendem ao mundo dos jogos. Foi sob esta perspetiva que Jane MacGonigal desenvolveu o *SuperBetter* (<https://www.superbetter.com/>) um jogo disponível atualmente online e para iOS, onde cada um pode definir os seus próprios objetivos, tarefas e missões a conquistar, estas terão que se desenvolver tendo em conta quatro pilares fundamentais: Físico, Mental, Emocional e Social. A ideia que sustenta este jogo é o facto de que cada um de nós apenas pode ultrapassar obstáculos que surjam na nossa vida (problemas de saúde, por exemplo) ou atingir objetivos que nos propomos (mudar uma característica da nossa maneira de atuar) se melhorarmos harmoniosamente em termos físicos, mentais, emocionais e sociais. Além dos desafios autopropostos, o próprio jogo vai criando desafios genéricos que podem ser aplicados a qualquer situação. Permite criar uma rede de pessoas que lutam pelos mesmos objetivos, que possam partilhar incentivos, alegrias e também dar apoio nos momentos mais críticos.

Conhecendo as potencialidades dos jogos, a necessidade de as estender a outras situações surgiu

naturalmente, mesmo porque seria impensável criar um jogo adequado a todas as situações e contextos. Foi neste contexto que a *Gamification* ganhou impacto, tendo mesmo sido considerada por alguns como a panaceia que pode revolucionar todos os contextos em que vivemos. De salientar o discurso de Jesse Schell no DICE 2010 ¹, já mencionado como o impulsionador do termo gamificação, onde ele descreve um futuro próximo que através de sensores em vestuário, em equipamentos ou objetos variados é possível coletar informação sobre as nossas ações e assim atribuir pontos que podem dar vantagens em termos de benefícios fiscais, descontos na aquisição de produtos, benefícios em rendimentos, etc. Embora esta descrição parecesse uma realidade fictícia, a verdade é que passados alguns anos já existem dispositivos que apresentam as funcionalidades descritas, como a escova de dentes *Kolibree* (<http://www.kolibree.com/>) que permite registar informação sobre o seu uso que pode ser consultado numa aplicação para *smartphone* ou mesmo utilizar os movimentos da escova para jogar um pequeno jogo de tipo plataforma. Neste exemplo são estimulados os comportamentos corretos de higiene através de recompensa por moedas, pontos, crachás e partilha nas redes sociais. O discurso de Jesse Schell no DICE 2010 persuadiu muitos especialistas a olhar para a gamificação como algo capaz de revolucionar o mundo como o conhecemos, a que não é alheio o desenvolvimento tecnológico. Mas será a *Gamification* aplicável a qualquer situação?

¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9NzFCfZMBkU>.

2.3. Definir *Gamification*

A *Gamification* sendo transversal a qualquer contexto humano foi sendo adaptada a cada área de especialidade, existindo por isso várias definições deste conceito. Ao analisarem as primeiras definições que foram apresentadas por vários autores, Deterding *et al.* (2011) indicam como primeira definição geral: "Gamification is the use of game design elements in non-game contexts" (p. 10). O que sobressai de todas as definições existentes é, então, o facto de se aplicarem elementos de *game design* a contextos que não são jogos. Esta apesar de ser uma definição aparentemente concisa apresenta a ideia base que levou à sua divulgação pelos mais variados setores, sendo por isso a mais referenciada.

Claro que até ao momento definições mais complexas têm surgindo, a realçar a de Zichermann & Linder (2013) "implementing design concepts from games, loyalty programs, and behavior economics to drive user engagement" (p.xii). Esta definição mais direcionada ao marketing e captação de clientes, área onde a gamificação muito se tem desenvolvido, pretende aliar conceitos de *game design* a outros já utilizados no setor com um objetivo muito preciso: o de levar o consumidor ao *engagement*, criando assim um compromisso muito estreito entre o cliente e o produto.

Outra definição que merece igualmente destaque é a apresentada recentemente pela Gardner, Inc: “the use of game mechanics and experience design to digitally engage and motivate people to achieve their goals” (cit. por Burke, 2014, p. 6). Aqui foi reduzida a forma de implementar a *Gamification* ao mundo digital, para esta empresa de consultadoria a inovação reside apenas nas potencialidades que o digital proporciona nos dias de hoje. Foram os equipamentos móveis e a evolução tecnológica que possibilitaram que o conceito de *Gamification* se desenvolvesse, por esse motivo incluíram esta característica na sua definição.

Verifica-se que conceitos como “engagement”, “motivate” e “achieve their goals” surgem nas definições mais recentes, o que revela necessidade de atribuir um propósito à *Gamification*. Os jogos terão como principal objetivo proporcionar diversão ao jogador, são uma forma de entretenimento. A inclusão de um propósito nas definições mais atuais de *Gamification*, auxiliou a sua pertinência e permite distinguir este conceito de uma forma mais clara em relação a outros existentes, como *Serious Games*, *Game-Based Learning*.

Importa apresentar também o conceito que em educação mais se aproxima do conceito de *Gamification*, nomeadamente o *Serious Games*, que se pode definir como “is an experience designed using game mechanics and game thinking to educate individuals in a specific content domain” (Kapp, 2012, p. 15). Numa primeira leitura verificamos grandes semelhanças com a definição de *Gamification*, pois utilizam igualmente elementos de *game design* (“game mechanics and game thinking”) para atingir um determinado objetivo. É no objetivo que encontramos a distinção, se em *Serious Games* se pretende atingir o domínio de um conteúdo específico, no termo *Gamification* o objetivo é algo mais abrangente: motivar/envolver para, atingir uma determinada meta... Por este motivo Kapp (2012) defende que “the creation of serious game falls under the process of gamification” (p. 17). Por esse mesmo motivo são muitas vezes utilizados jogos e *Serious Games* em processos de *Gamification*. Já para Marczewski (2013) o que separa ambos os conceitos é o *gameplay*, pois com a *Gamification* não se pretende criar um jogo apenas aplicar elementos de jogo ao passo que no caso de *Serious Game* corresponde a um jogo completo.

Um dos autores na área de gamificação que se tem debruçado sobre o seu uso na área da educação é Karl Kapp (2012) que defende que a “gamification is using game-based mechanics, aesthetics and game thinking to engage people, motivate action, promote learning and solve problems” (p. 12). Numa primeira análise desta definição encontramos a ideia basilar de *Gamification*: a aplicação de elementos de jogo a um contexto que não o é. No entanto foca o objetivo da gamificação em questões pertinentes para a educação: motivação, aprendizagem e resolução de problemas.

Mais recentemente Kapp, Blair e Mesch (2014) distinguem dois tipos de gamificação: (1) gamificação estrutural que corresponde à aplicação de mecanismos de jogo a conteúdo já existente e (2)

gamificação de conteúdo onde a informação, a dinâmica e o próprio conteúdo, são alterados através de métodos de *game design*.

A nível educativo o que foi mais observado, e que ocorre com a generalidade das tecnologias, foi o tipo estrutural, ou seja, a utilização de material e dinâmicas já existentes onde se incluíram mecanismos como pontuações, crachás ou *leaderboards*. Por exemplo podemos mencionar o sistema de notas desenvolvido por Lee Sheldon (2012) onde cada tarefa, que era anteriormente considerada no cálculo final das notas, passa a possuir um valor em pontos atribuído sempre que seja finalizada, onde o aluno vai somando pontos que associa a um patamar na escala das notas. Esta é uma estratégia simples de implementação mecanismos de jogo sem criar grandes alterações nos materiais e estratégias de ensino (Devers & Gurung, 2015; Schell, 2010).

2.4. Elementos de *game design*

É necessário para quem queira implementar *Gamification* compreender os elementos que em conjunto criam um sistema a que corresponde cada jogo, para que assim possam dispor do conhecimento que permite desenhar e implementar processos gamificados. Mas este conhecimento não invalida a experiência, é por isso recomendado por vários autores (Gee, 2003; Squire, 2011; Zichermann & Linder, 2013) que se jogue, só assim se poderá sentir a emoção de completar desafios ou a adrenalina de viver num mundo virtual através de um avatar.

“Game mechanics are the rules, processes, and data at the heart of a game. They define how play progresses, what happens when, and what conditions determine victory or defeat” (Adams & Dormans, 2012, p. 1). Podemos entender os mecanismos de jogo como todos os elementos que definem o que ocorre a cada momento do jogo e a cada comando do jogador.

Adams & Dormans (2012) caracterizam cinco diferentes tipos de mecanismos de jogo que é possível identificar:

1. *Physics: motion and force* – a forma como os personagens se movimentam, interagem com o espaço e reação a ações.
2. *Internal economy*: mecanismos que permitem transações dentro do jogo, envolvendo elementos que possam ser colecionados, consumidos e trocados (por exemplo: dinheiro, energia, objetos, munições...).
3. *Progression mechanisms*: forma como o jogador evolui ao longo do jogo.
4. *Tactil maneuvering*: mecanismos que delineiam as estratégias que podem ser utilizadas num jogo.
5. *Social interaction*: característica dos jogos online que possibilitam a partilha de itens e interação entre jogadores.



Figura 1. Hierarquia de elementos de jogo (adaptado de Werbach & Hunter, 2012, p. 79)

No âmbito de *Gamification*, Werbach & Hunter (2012) consideram que os elementos de jogo estão organizados em hierarquia (figura 1). Encontram-se na base os que são mais simples, nomeadamente, os Componentes, que agrupados correspondem a Mecanismos que ao serem organizados originam as Dinâmicas que abstraem o sujeito para um ambiente de jogo.

Analisando de forma mais pormenorizada, na base da pirâmide encontramos os Componentes que correspondem às formas mais específicas que os mecanismos podem apresentar. Podermos salientar como exemplos o avatar, os crachás, os níveis, etc.

Já no segundo nível da hierarquia encontram-se os Mecanismos são os responsáveis pelo envolvimento dos jogadores. Estes correspondem a grupos de componentes, por exemplo, o mecanismo de prémios pode corresponder ao grupo dos componentes pontos, moedas e crachás.

Já no topo da hierarquia encontramos as Dinâmicas que correspondem a um alto nível de abstração, correspondendo à interação que se cria entre a experiência gamificada e o utilizador. Estes advêm da organização de mecanismos, por exemplo para criar uma dinâmica de Emoções, é possível utilizar mecanismos como Sorte, *Win state*, *Feedback*, Competição, que em determinadas sequências podem criar emoções específicas face ao jogo.

Importa realçar que os jogos não são combinações aleatórias destes elementos, necessitam de um *design* próprio para que a sua conjugação proporcione uma experiência motivadora e envolvente para os jogadores. É necessário que tudo tenha sentido num contexto muito bem planeado. Também a *Gamification* necessita de um design cuidado para que os objetivos pretendidos sejam efetivamente alcançados.

3. *Gamification* na Educação

Kapp *et al.* (2014) consideram que em educação a *Gamification* é apropriada quando se pretende:

- Motivar alunos a progredir pelo currículo (tipo estrutural);
- Motivar os alunos, envolvendo-os no conteúdo curricular (tipo conteúdo);
- Influenciar o comportamento do aluno em sala de aula (tipos estrutural e/ou conteúdo);
- Guiar os alunos para que possam inovar (tipo estrutural e/ou de conteúdo);
- Encorajar os alunos a autonomamente desenvolver competências ou adquirir conhecimento (tipos estrutural e/ou de conteúdo);
- Ensinar novos conteúdos (tipos estrutural e/ou de conteúdo).

É importante ressaltar que a *Gamification* não é adequada a todo e qualquer contexto ou situação, há questões que devem ser analisadas antes de se decidir por a aplicar. Devemos ter em consideração que esta é adequada para situações onde se pretende resolver questões significativas para os envolvidos, onde é possível proporcionar a prática livre do que foi estruturado e onde se pretende gerar prazer ou satisfação pela realização de uma ação.

3.1. Exemplos de aplicação

Apresentam-se alguns exemplos que se consideram significativos e abrangentes no contexto educacional. Permitindo assim compreender o conceito e refletir sobre as possibilidades de aplicação do mesmo.

3.1.1. Librarygame

Como uma forma de envolver leitores que frequentem uma mesma biblioteca, surgiu o *Librarygame* (<http://librarygame.co.uk/>). É uma aplicação *web* que recolhe do sistema de gestão da biblioteca a informação dos seus utilizados relativamente a empréstimos e devolução de livros. Cada utilizador tem acesso a uma área pessoal onde poderá comentar, classificar, recomendar os livros requisitados e competir com amigos. Podem ser propostas atividades aos utilizadores que lhe permitem ganhar pontos e crachás.

Esta é uma aplicação que acrescenta à interação habitual de leitor numa biblioteca as características mais envolventes numa comunidade de partilha, podendo assim atrair novos leitores ou dinamizar os hábitos de leitura através de prémios.

3.1.2. Story Cards

A editora norte-americana Amplify desenvolveu um jogo intitulado *Story Cards* (<http://preloaded.com/games/story-cards/>). Com este pretende-se inspirar os alunos a lerem mais livros.

À medida que os alunos leem livros publicados pela editora e mostram compreendê-los, são desbloqueadas cartas relacionadas com as leituras efetuadas e que podem ser usadas no jogo. Cada carta possui a indicação de um autor ou personagem do livro, fornecendo ao leitor determinados poderes que pode utilizar dentro do jogo para completar missões. Neste jogo mediante as leituras realizadas cada jogador poderá trilhar um caminho diferente criando a sua própria história, podendo assim tornar-se num autor.

Atualmente este jogo está a ser utilizado no âmbito de um programa piloto em várias escolas nos Estados Unidos da América com alunos do K12.

3.1.3. Quest 2 Learn

Em 2009 nasceu a primeira escola pública nos EUA baseada nos princípios de *game design*, é uma iniciativa conjunta entre as autoridades de Nova Iorque e a *MacArthur Foundation*. A esta escola foi dado o nome “*Quest 2 Learn*” (Q2L), que podemos traduzir como “missão para aprender”, e pretende ser o espaço onde se testa um novo modelo de aprendizagem. Surgiu com o objetivo de desenvolver as competências do século XXI: trabalho de equipa, resolução de problemas de forma criativa, pensamento de sistemas e gestão de tempo.

Nas palavras de Salen, Torres, Wolozin, Rufo-Tepper e Shapiro (2011) “we have designed the school around an approach to learning that draws from what we know games do best: drop players into inquiry-based, complex problem spaces that are scaffolded to deliver just-in-time learning and to use data to help players understand how they are doing, what they need to work on, and where to go next. It is an approach that creates, above all else, a need to know—a need to ask” (p. xi).

Baseado no trabalho desenvolvido pela *MacArthur Foundation* desde 2006, foi planeado e organizado um espaço físico onde o aluno sente a necessidade de aprender. Em vez das aulas habituais, o currículo é disponibilizado por uma série de missões e desafios.

O dia dos alunos Q2L começa com a consulta da plataforma da escola onde pode existir uma mensagem de um avatar de uma missão em que está envolvido, de um colega ou de um professor, o que proporciona ao início do dia algo para refletir. Quando chegam à escola a primeira paragem ocorre na *Home Base*, um pequeno grupo de conselheiros. Depois passam para as salas de domínio, onde têm aulas de 90 minutos, sendo possível criar, colaborar e desenvolver projetos. Podem trabalhar

individualmente ou em grupo sobre determinado problema. No final das aulas o *Mobo Studio*, uma aplicação para telemóvel, permite aos alunos criar vídeos que podem ser partilhados na plataforma "*Being me*" gerando comentários e classificações entre os alunos. Estas atividades funcionam como um reforço, permitindo aos alunos praticar e sintetizar conteúdos e desenvolver competências em diferentes contextos.

Para os responsáveis deste projeto o professor é um excelente *designer*, sabe como desafiar, como motivar um aluno, como incentivar um aluno a criar ou inventar coisas. Proporcionando um espaço e ferramentas adequadas, a aprendizagem poderá ser muito mais envolvente e motivadora.

3.1.4. ClassCraft

ClassCraft (www.classcraft.com/) é uma aplicação desenvolvida por um professor do ensino secundário e destina-se a alunos desse mesmo nível de ensino. Cada aluno escolhe um avatar que o representa num mundo virtual onde pertence a um grupo. À medida que as tarefas propostas vão sendo realizadas o aluno é recompensado ou punido através de consequências reais (ex. aumentar ou diminuir o tempo para cumprir tarefas, acesso a ajudas). Esta aplicação funciona como modelador disciplinar, recompensando comportamentos corretos (assiduidade, cumprimento de prazos, respeito por colegas ou professores) e punindo os incorretos (atrasos, falta de cooperação). Transforma a realidade numa metáfora que ganha vida através do mundo virtual onde cada um é um guerreiro e os exames são batalhas a combater, tendo como treino as aulas (Sanchez, Young, & Jouneau-Sion, 2015).

3.1.5. HabitRPG

Plataforma *Open Source* (<https://habitica.com>) que permite a gestão de tarefas de uma forma divertida. Cada jogador cria o seu avatar que vive num mundo virtual de nome *Habitica*. Cada um através da realização das suas tarefas do dia-a-dia poderá ganhar moedas que poderá trocar por recompensas, sejam itens colecionáveis (itens para personalizar o avatar melhorando-lhe os poderes) ou a realizar determinados prazeres na vida real (jogar, uma pausa, um doce, etc.). É o próprio jogador que define os vários tipos de ações que deve fazer para poder evoluir no jogo, nomeadamente os Hábitos (ações realizadas mais do que uma vez por dia e que podem ser positivas ou negativas), Tarefas diárias e Afazeres (tarefas com uma data clara de conclusão). É possível delinear estas tarefas criando missões a disponibilizar a um grupo de alunos, sendo que estes sofrem influência das ações do grupo, sendo as recompensas como as punições divididas entre todos.

3.1.6. Sapos Campus

Uma plataforma social (<http://campus.sapo.pt/>) desenvolvida numa parceria entre a Universidade

de Aveiro e Sapo Labs que tem por objetivo proporcionar as potencialidades de uma rede social ao contexto educativo e de forma segura. Nesta plataforma é possível aos alunos de uma instituição possuírem espaços de partilha de documentos, vídeos e material; permite também divulgar informação de uma forma mais rápida e através dos fóruns partilhar dúvidas ou discutir questões.

Foi implementado o sistema de *Openbadges* (Santos, Ramos, & Pedro, 2014) nesta plataforma, permitindo a quem o desejar (alunos ou professores) atribuir crachás pelo desempenho observado. Os crachás podem ser customizados, pelo que as nomeações são ilimitadas.

Aqui é proporcionado uma ferramenta de atribuição de crachás dentro de uma rede social académica, o que possibilita delinear tarefas, que caso sejam cumpridas, podem ser atribuídos devidos crachás pelo responsável.

4. Questões a ponderar

Segundo Hamari, Koivisto e Sarsa (2014) que avaliaram os estudos sobre *Gamification* publicados em revistas internacionais, a educação e a aprendizagem são o contexto mais frequente, tendo sido identificados resultados positivos pelo aumento da motivação e do *engagement* nas atividades, além do divertimento. Mas são também apontados pontos que necessitam melhorias: o aumento da competitividade, a avaliação das atividades realizadas e o planeamento destas.

Como já foi referido anteriormente, a mera aplicação de mecanismos de jogo a um qualquer contexto não significa que se atinja o efeito desejado. Por exemplo, o uso generalizado de *badges* a que assistimos atualmente está a desenvolver o que Burke (2014) denomina por um “*badge fatigue*” (p. 7), afastando muitos dos seus utilizadores. Ou seja, acaba por desenvolver um efeito contrário ao pretendido, pois os jogadores com a oferta sistemática de atribuição de pontos ou crachás acabam por preferir ignorá-los ou mesmo evitá-los.

Daniel Pink (2009, cit. por Burke, 2014) realizou uma análise a diferentes estudos sobre a motivação concluindo que recompensas extrínsecas (prémios, dinheiro, crachás...) não são suficientes para manter o envolvimento, apresentando, por vezes, o efeito contrário, levando à rejeição da experiência. Para Pink a motivação intrínseca possui 3 elementos essenciais:

- Autonomia – o desejo de dirigir a nossa própria vida.
- Mastery /Mestria – a necessidade de progredir e melhorar uma capacidade à qual se dá importância.
- Propósito / objetivo – estar envolvido em algo que é maior do que o próprio.

Para que tenha um efeito permanente, a *Gamification* deve apelar à motivação intrínseca do jogador, devendo, por isso, distinguir-se programas de recompensas onde se utiliza apenas motivação extrínseca (principalmente recompensas).

Num estudo realizado por Mekler, Brühlmann, Opwis e Tuch (2013) a utilização de mecanismos como pontos, níveis e *leaderboards* funcionam como um indicador da progressão no jogo. Um aspeto interessante é que a existência de *leaderboard* inspira os jogadores a manter a sua *performance* durante mais tempo do que quando são apenas utilizados sistemas de pontuação. A evidência demonstrada neste estudo é que estes mecanismos só por si não exercem qualquer influência na motivação intrínseca dos jogadores é necessário a sua conjugação com outros elementos de jogo criando assim um sistema coerente e envolvente, ou seja, dinâmicas como defende Werbach e Hunter (2012).

Num estudo nacional desenvolvido por Barata, Gama, Jorge e Gonçalves (2013) onde foi comparada a mesma disciplina semestral de um curso de engenharia, contrapondo o formato normal e um outro com elementos de gamificação (níveis, pontuação, *leaderboards*, desafios e crachás), verificou-se que estes mecanismos provocaram: aumento de assiduidade num curso onde as presenças são opcionais; aumento do *download* dos materiais de estudo disponíveis na plataforma *online*, bem como, um aumento de atividade nos fóruns, nomeadamente 511% mais respostas a outros *posts* e 845% mais iniciativas. Referem também que os alunos admitiram que dava mais trabalho, mas estavam motivados e interessados. Neste estudo não é referido se o fator novidade foi tido em atenção, esta é uma variável que deve ser controlada, uma vez que muitas das experiências iniciais usufruíram do facto de proporcionarem algo novo o que cativou muitos dos utilizadores, mas desvanecendo a novidade o impacto destas experiências diminui substancialmente (Burke, 2014).

Deterding (2014) convida a reanalisar a *Gamification*, pois partindo de exemplos como a *Quest to Learn* em que fica demonstrado que as promessas iniciais sobre o seu uso são possíveis e ultrapassam o que era esperado, bem como, a própria conceptualização hoje existente. É necessário investigar e analisar para que seja possível encontrar alternativas mais eficazes de *gamification*, num momento em que já ultrapassou a fase inicial de euforia. O autor chama a atenção para seis pontos que necessitam de especial atenção:

- **Autonomia:** a noção de jogo implica que este seja uma atividade voluntária, tal como é defendido por Huizinga (2000) e McGonigal (2011), quando a *Gamification* é aplicada impondo a sua utilização ou realização de determinadas tarefas, pode causar o efeito contrário ao pretendido anulando as características que possam cativar os utilizadores.
- **Normas situacionais:** se até ao momento os jogos sempre foram excluídos de contextos

educacionais ou de trabalho, é natural que as pessoas estranhem a sua introdução e que os rejeitem. Sanchez, Young, & Jouneau-Sion (2015) refere que um dos fatores importantes é a aceitação institucional, pois se isto não ocorre, o trabalho não é visto com a seriedade devida e muitos obstáculos se criam. O mesmo foi verificado quando os telemóveis foram introduzidos para a realização de tarefas em contextos educativos criando estranheza nos próprios alunos (Carvalho, 2012; Moura, 2011).

- Criar experiências gamificadas: ao focar-se a atenção na mera aplicação de elementos de jogo, mais precisamente os componentes (Werbach & Hunter, 2012), esquece-se que para existir envolvimento é necessário todo um sistema. Isto é, comparável a cativar as crianças a comer vegetais colocando chocolate em brócolos (Deterding, 2014). Não se pode apenas aplicar elementos isolados que cativam no contexto que pretendemos trabalhar, pois o efeito pode ser contrário. Devem antes ser criadas dinâmicas como referidas por Werbach & Hunter (2012), que estando no topo da pirâmide são estas que efetivamente envolvem o jogador.
- Experiências motivacionais: pretende-se com a gamification motivar para a mudança de comportamentos, o que pode ser entendido como *persuasive design* já muito utilizado em contexto de marketing e angariação de clientes.

A motivação é subjetiva: a cada sujeito a mesma situação poderá ter efeitos motivacionais diferentes, da mesma forma que em alturas diferentes um sujeito pode reagir de forma diferente. Para isso é importante recorrer ao trabalho de Jon Radoff (2011) para melhor compreender o que pode motivar. Não podemos definir uma receita tipo de *gamification* e aplicar uniformemente, há que realizar o mesmo processo de desenvolvimento de jogos criando protótipos que são analisados aprimorando a experiência gamificada.

- Pensar em termos éticos: se pretendemos mudar hábitos ou comportamentos estamos a envolver questões éticas que têm de ser analisadas. É necessário ter em atenção que obrigatoriamente não se pode produzir qualquer efeito negativo nos sujeitos envolvidos e estes devem ser chamados a dar o seu consentimento informado.

Autores como Burke (2014) e Yu-Kai Chou (Zichermann, 2013) defendem que a *Gamification* tem de ser implementada pensando nos sujeitos que serão alvo de intervenção gamificada e não nos objetivos de quem a implementa. Respondendo às necessidades dos sujeitos é mais fácil estes aderirem a programas gamificados, pois terão mais possibilidades de alcançar a motivação intrínseca, que apresenta efeitos mais estáveis.

Um exemplo é a aplicação *Pain Squad* que foi desenvolvida para motivar crianças diagnosticadas com cancro, que se encontrem a realizar tratamentos, a registar diariamente a dor que sentem. Esta

aplicação envolve estas crianças numa batalha contra a dor, onde a cada fase são recompensados com mensagens de motivação realizadas por atores das suas séries policiais preferidas. Desta forma os dados são recolhidos de forma sistemática e as crianças enfrentam o mau estar que sentem a cada dia para realizar esta tarefa, sendo o seu contributo muito importante e valorizado. Estes dados vão permitir aos investigadores encontrar quais são as terapêuticas mais eficazes na melhoria do bem-estar dos pacientes (Burke, 2014).

Este exemplo demonstra como satisfazendo as necessidades dos sujeitos é possível garantir a eficácia de um processo de *Gamification*.

Outra questão muito importante é a metodologia a adotar ao estudar os efeitos sobre a gamificação, segundo Devers & Gurung (2015) muitos estudos em educação na área da tecnologia pecam devido a questões metodológicas. Onde realçam, por exemplo, que o estudo de Wouters, van Nimwegen, van Oostendorp, & van der Spek (2013) “found [that] there is no advantage to games when random assignment [is] used (Devers & Gurung, 2015, p. 421). Também alertam que casos considerados de sucesso como Q2L, mencionado anteriormente, quando comparados os resultados dos seus alunos em testes estandardizados com os de outras escolas, verificam-se oscilações constantes ao longo dos anos entre valores superiores à média e valores muito inferiores, o que coloca em causa se efetivamente beneficiou os alunos. Questionam por isso até que ponto é vantajoso o investimento nestas novas formas de ensino quando acabam por alcançar resultados que não se destacam efetivamente do ensino tradicional. É, por isso, necessário a realização de investigação com metodologias bem definidas e onde se controle as várias variáveis que possam influenciar o processo. Sugerem que é necessária uma reflexão crítica entre pares utilizando a metodologia de *Scholarship of Teaching and Learning* (SoTL), para que as conclusões alcançadas sejam mais benéficas para a melhoria da educação, seja no caso da gamificação ou outro tipo de tecnologia.

É por tudo isto necessário realizar estudos na área da *Gamification* para que se possam encontrar propostas eficazes para o seu processo de design e aplicação. Devemos compreender que é um conceito ainda em desenvolvimento e que por isso necessita de ser testado sob várias perspetivas, mas sem esquecer que o ser humano está em constante construção e evolução, pelo que é necessário uma adaptação constante aos novos desafios.

5. Conclusão

A *Gamification* inicialmente apresentada como algo inevitável e que iria revolucionar o mundo principalmente devido ao desenvolvimento tecnológico (Schell, 2010) encontra-se atualmente numa fase regressiva, sendo que a Gardner, Inc presume que 80% dos processos de gamificação irão falhar

por problemas de *design* (Burke, 2014).

Vários são os autores que defendem uma reestruturação do método de desenvolvimento da *Gamification* (Burke, 2014; Deterding, 2014; Kapp *et al.*, 2014; Zichermann, 2013) que não pode restringir-se à mera aplicação de mecanismos de jogo a um qualquer contexto. É necessário criar um processo de desenvolvimento de *Gamification* onde devem ser tidos em conta fatores como dinâmicas de jogo (Werbach & Hunter, 2012), a motivação, as necessidades dos que serão envolvidos, os contextos em que serão implementados e os objetivos que se pretendem atingir.

Sendo ainda uma metodologia pouco aplicada em contextos educacionais, e por isso pouco analisada, é importante que estas preocupações sejam também tidas em conta na hora de planificar e desenvolver atividades gamificadas.

Neste sentido é necessário compreender melhor as potencialidades da gamificação e investigar quais as formas mais eficazes de aplicar a gamificação em contextos educacionais, para que as previsões de (Johnson *et al.*, 2014a, 2014b, 2014c) possam fazer sentido. Novas ferramentas são necessárias, bem como, linhas orientadoras que facilitem a planificação de processos ou atividades gamificadas. Para já, podemos aprender com o percurso já realizado noutras áreas e, sob a lente da psicologia e pedagogia que nos é próxima, redefinir e parametrizar estes ensinamentos à área da educação.

Tendo em conta o desenvolvimento ocorrido noutras áreas, considera-se fundamental na implementação de metodologias de gamificação em educação que cada contexto seja analisado previamente, isto significa o levantamento de interesses, motivações e necessidades dos destinatários, mas também uma autoanálise de quem vai implementar antecipando mais-valias (pontos fortes) e também limitações (espaço, equipamentos, ferramentas disponíveis e preparação/formação necessária). Ao conhecer os destinatários é importante também identificar os hábitos de jogo e as suas preferências com o intuito de encontrar dinâmicas de jogo (Werbach & Hunter, 2012) que possam cativar e satisfazer estes jogadores. O *design* da atividade gamificada deve-se basear em toda a informação recolhida, mas ao ser implementada deverá estar aberta a possíveis melhorias que possam ser identificadas, acompanhando assim mudanças de contexto, de necessidades dos intervenientes ou possibilitando novas formas de envolver os jogadores. Refletindo com outros profissionais sobre os resultados será possível encontrar as linhas orientadoras para uma *gamification* de sucesso.

Desta forma, o nosso trabalho futuro pretende encontrar linhas orientadoras para a aplicação da gamificação a contextos educacionais e identificar funcionalidades que poderão ser úteis no desenvolvimento de ferramentas digitais para melhor responder às necessidades de docentes e alunos.

6. Referências

Adams, E., & Dormans, J. (2012). *Game Mechanics - Advanced Game Design*. Berkeley, CA: New Riders.

Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2013). Improving participation and learning with gamification. In *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications - Gamification '13* (pp. 10–17). New York, New York, USA: ACM Press. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2583008.2583010>.

Burke, B. (2014). *GAMIFY: How Gamification Motivates People to do Extraordinary Things*. EUA: Gartner, Inc.

Carvalho, A. A. (2012). Mobile-Learning: rentabilizar os dispositivos móveis dos alunos para aprender. In A. A. Carvalho (Ed.), *Aprender na Era digital: Jogos e Mobile Learning* (pp. 149–163). Santo Tirso: De Facto Editores.

Carvalho, A. A., & Araujo, I. C. (2014). Digital games played by Portuguese students: Gender differences. In *2014 9th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). IEEE. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/CISTI.2014.6877076>.

Deterding, S. (2014). Eudaimonic Design, or: six invitations to rethink gamification. In M. Fuchs, S. Fizek, P. Ruffino, & N. Schrape (Eds.), *Rethinking Gamification* (pp. 305–331). Milton Keynes, UK: Meson Press. Disponível em: <http://gamification-research.org/2014/06/edited-volume-rethinking-gamification-out/>.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “Gamification.” In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference on Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11* (p. 9). New York, New York, USA: ACM Press. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2181037.2181040>.

Devers, C. J., & Gurung, R. A. R. (2015). Critical Perspective on Gamification in Education. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 417–430). London: Springer. doi:<http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-10208-5>.

-
- Gee, J. P. (2003). *What Video Games have to teach us about learning and literacy*. EUA: Palgrave Macmillan.
- Hamari, J., Keronen, L., & Alha, K. (2015). Why Do People Play Games ? A Review of Studies on Adoption and Use. In *Proceedings of the 48th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Hawaii: IEEE. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/hicss.2015.428>
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. In *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*. Hawaii, USA. Disponível em http://www.hiit.fi/u/hamari/2014-hamari_et_al-does_gamification_work.pdf.
- Hsu, C.-L., & Lu, H.-P. (2004). Why do people play on-line games? An extended TAM with social influences and flow experience. *Information & Management*, 41(7), 853–868. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2003.08.014>.
- Huizinga, J. (2000). *Homo Ludens* (4ª edição.). São Paulo: Editora Perspectiva S.A.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014a). *NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition*. Austin, Texas.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014b). *NMC Horizon Report: 2014 K-12 Edition*. Austin, Texas.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2014c). *NMC Horizon Report: 2014 Schools Edition*. Austin, Texas.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco: Pfeiffer.
- Kapp, K. M., Blair, L., & Mesch, R. (2014). *The Gamification of Learning and instruction Fieldbook - Ideas into Practice*. EUA: Wiley.
- Koster, R. (2005). *The Theory of Fun for Game Design*. EUA: Paraglyph Press.
- Marczewski, A. (2013). What's the difference between Gamification and Serious Games? *Gamified UK - Thoughts on Gamification and More*. Disponível em <http://www.gamified.co.uk/2013/02/25/>
-

gamification-and-serious-games/#.VFJ-cTSsWSp.

McGonigal, J. (2011). *Reality is broken - Why games make us better and how they can change the world*. New York: Penguin Books.

Mekler, E. D., Brühlmann, F., Opwis, K., & Tuch, A. N. (2013). Do points, levels and leaderboards harm intrinsic motivation? In *Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications - Gamification '13* (pp. 66–73). New York, New York, USA: ACM Press. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2583008.2583017>.

Moura, A. M. C. (2011). *Apropriação do telemóvel como ferramenta de mediação em mobile learning : estudos de caso em contexto educativo*. Universidade do Minho. Disponível em <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/13183>.

Newzoo, & Casual Games Association. (2013). *Smartphone & Tablet Gaming 2013*. Disponível em <http://www.newzoo.com/trend-reports/free-casual-games-association-sector-report-smartphone-tablet-gaming-2013/>.

Pelling, N. (2011). The (short) prehistory of "gamification " *Funding Startups*. Disponível em <http://nanodome.wordpress.com/2011/08/09/the-short-prehistory-of-gamification/>.

Radoff, J. (2011). *Game On: Energize Your Business with Social Media Games*. EUA: Wiley.

Saatchi & Saatchi. (2011). *Engagement Unleashed: Gamification for business, Brands and Loyalty*. Disponível em http://www.slideshare.net/Saatchi_S/gamification-study.

Salen, K., Torres, R., Wolozin, L., Rufo-Teppe, R., & Shapiro, A. (2011). *Quest to Learn - Developing the School for Digital Kids*. London, UK: The MIT Press.

Sanchez, E., Young, S., & Jouneau-Sion, C. (2015). Classcraft : de la gamification à la ludicisation. In S. George, G. Molinari, C. Cherkaoui, D. Mammass, & L. Oubahssi (Eds.), *Actes de la 7ème conférence sur les environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (pp. 360–371). Agadir, Maroc: ATIEF.

Santos, C., Ramos, F., & Pedro, L. (2014). Repensar a tecnologia em contextos educativos: o SAPO Campus no DeCA. *Indagatio Didactica*, 6(1). Disponível em <http://revistas.ua.pt/index.php/ID/article/view/2680>.

Schell, J. (2010). *Design Outside the Box*. Disponível em <http://www.g4tv.com/videos/44277/DICE-2010-Design-Outside-the-Box-Presentation/>.

Sheldon, L. (2012). *The multiplayer classroom: designing coursework as a game*. Belmont, CA: Cengage.

Squire, K. D. (2011). *Video Games and Learning - Teaching and Participatory Culture in the digital age*. New York: Teachers College, Columbia University.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Philadelphia: Wharton Digital Press.

Wouters, P., van Nimwegen, C., van Oostendorp, H., & van der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 249–265. doi:<http://dx.doi.org/10.1037/a0031311>

Xu, Y. (2011). *Literature Review on Web Application Gamification and Analytics*, Disponível em <http://csdl-techreports.googlecode.com/svn-history/r674/trunk/techreports/11-05/11-05.pdf>.

Zichermann, G. (2013). Gamification Revolution: Yu-Kai Chou. *Spreecast - Gamification Revolution*. Disponível em <http://www.spreecast.com/events/gamification-revolution-yu-kai-chou>.

Zichermann, G., & Linder, J. (2013). *The gamification Revolution: how leaders leverage game mechanics to crush the competition*. EUA: Mc Graw Hill Education.

Lectura Musical en el ámbito digital; aplicaciones para *tablets*

Music Reading in Digital Environments; Apps for Tablets

Javier Félix Merchán Sánchez-Jara

GIR E-LECTRA Edición, Electrónica y Lecto-escritura Digital, Universidad de Salamanca, España. javimusicman@hotmail.com

Resumen

La lectura musical permite, a través de distintos procesos, habilidades adquiridas y experiencias previas, la recreación o interpretación del mensaje musical previamente codificado mediante cualquiera de los distintos sistemas de notación disponibles. De igual manera, mediante la lectura musical el músico experimentado es capaz de generar imágenes sonoras a nivel interno que permiten la representación silenciosa del mensaje cifrado. Se analizan las características y los procesos más genéricos dentro de la lectura musical, las formas y aplicaciones más comunes de estos modelos de lectura y se describen brevemente los sistemas de notación y los códigos más utilizados. En una segunda parte se analiza el desarrollo y uso de las nuevas aplicaciones para la lectura musical en dispositivos electrónicos. Se estudia el desarrollo y la penetración en la comunidad musical de este tipo de herramientas; la clasificación, tipologías más generalizadas y se refieren las características y funcionalidades básicas de las aplicaciones más representativas en torno a criterios como el ámbito y contexto de uso, la distribución por instrumentos y/o estilos musicales, plataformas, sistemas operativos o formatos. Se analizan, de igual manera, algunas soluciones desarrolladas para problemas históricos dentro de la lectura musical, como el paso de página.

Palabras clave

Lectura musical; notación musical; aplicaciones para lectura musical; lectura electrónica.

Abstract

Reading music allows, through different processes, learnt abilities and previous experiences, for the recreation or interpretation of the musical message which had been previously coded using one of the many notation systems available. In the same way, reading music enables the experienced musician to generate musical images internally, which silently represent the coded message.

The most generic processes and characteristics amongst musical reading will be analysed, along with the most common forms and applications of these reading models and the most widely used codes and notation systems. In the second part, the development and use of new technologies for reading music in electronic devices are described and the penetration of these tools in the musical community analysed and classified, bearing in mind the most common types and functions and the characteristics and basic functionalities of the most representative applications. Some solutions, developed in order to deal with historical problems within the reading of music, such as the turning over of the page, are also considered.

Keywords

Music reading; Music notation; Music reader; Electronic reading.

Recepción: 03-06-2015

Revisión: 09-11-2015

Aceptación: 12-11-2015

Publicación: 01-03-2016

1. Introducción

La lectura musical como proceso de codificación/decodificación de una estructura formal, compuesta por símbolos y grafías pertenecientes a un sistema de notación específico, que en su uso más generalizado pretende la recreación de la obra musical, mediante la interpretación vocal o instrumental, incorpora la necesidad de poseer ciertas competencias básicas relacionadas con dos aspectos claramente delimitados; La habilidad de la lectura *per se*, como proceso de decodificación de la notación expresada, y por otro, la serie de competencias o habilidades *mecánicas* o motoras presentes en los procesos mediante los cuales se traslada al instrumento la información previamente decodificada. En este sentido están implicados de manera necesaria sistemas de gobierno que permiten la coordinación entre los procesos visuales, cognitivos y motores (Gudmundsdottir, 2010).

Así, de esta manera, y en relación a lo anteriormente expuesto, podemos proponer una primera aproximación al concepto de lectura musical, en relación al conjunto de actividades y condiciones necesarias para la construcción sistemática de procesos que permiten la percepción y recreación del mensaje musical codificado (Sloboda, 2005).

El elemento esencial que actúa como nexo o vínculo entre la intención artística primigenia del creador (compositor), y la recreación o representación final del mensaje musical por parte del intérprete, es la partitura ¹ o texto musical. Este pretende plasmar, mediante un conjunto de símbolos normalizados, el mensaje musical que el creador desea transmitir, de manera que este se reproduce con la intención originaria, mediante la interpretación y decodificación del mismo por parte del intérprete, a través de cualquier instrumento musical o de la propia voz. Estos procesos de codificación/decodificación del mensaje musical implican necesariamente un código estructurado y normalizado de símbolos (que puede variar sensiblemente según el instrumento o estilo musical), y un soporte que permita su fijación estable y permanente. La utilización de según qué soporte o formato ha variado sustancialmente a lo largo de la historia, persiguiendo, en cualquier caso, la adaptación óptima del mensaje fijado, a las necesidades específicas que su uso y lectura requieren.

La última expresión de estas evoluciones, encaminadas a lograr la plena integración entre contenido y soporte, en relación al elevado conjunto de usos y necesidades específicas de los mismos, viene representada por los textos musicales en formato electrónico. Estos incorporan una serie de herramientas que modifican sustancialmente la idea preconcebida de considerar las partituras como objetos estáticos que no permiten ninguna interacción ni modificación del mensaje implícito, más allá

¹ Aunque el término partitura refiere una forma específica de codificación del mensaje musical a nivel formal, estructural y de notación, su uso estereotipado permite referirnos a ella como texto musical de forma genérica, independientemente de la forma o el sistema de notación.

de la interpretación personal que el músico (interprete) establece tras el propio acto de decodificación. Las nuevas herramientas surgidas a partir de la integración de estas nuevas tecnologías permiten, al contrario, adaptar el texto a las características propias del instrumento; conformar cualquiera de los elementos nucleares del mismo (altura musical/entonación y ritmo) a cualquier situación concreta, o modificar su estructura en torno a la disposición o presentación del mismo, según requerimientos contextuales.

Todo este conjunto de avances y nuevas posibilidades permiten, en definitiva, que en cualquier circunstancia imaginable, la función de intermediación que el intérprete ejerce entre la idea original del compositor y la percepción final del mensaje musical, se desarrolle de la manera más conveniente, adaptada y natural posible; y lo que es más importante, que el texto como vehículo de transmisión se adapte de manera más específica y pormenorizada a los requerimientos propios del estilo, el instrumento o la obra en sí.

2. Lectura musical

A pesar de que la concreción de un concepto como el de lectura musical es una tarea difícil de llevar a cabo, como consecuencia de su naturaleza eminentemente abstracta y de la cantidad de circunstancias y características implicadas, podemos definirla de manera genérica como el conjunto de procesos de codificación/decodificación e interpretación del texto musical; entendido este como sistema estructurado y normalizado, de carácter simbólico, que representa sonidos y sus atributos con el fin de evocar mentalmente, o de reproducir mediante la voz o un instrumento musical, una idea u obra musical previamente creadas y escritas.

Generalmente el uso principal de la lectura musical es la interpretación de una obra musical creada de manera previa. No obstante, se consideran de igual manera otros objetivos no menos importantes y habituales como son el estudio o el análisis musical, entre otros.

Aunque son muchos los procesos, requerimientos y condicionantes que afectan a todos los procesos relacionados con la interpretación de textos musicales, a nivel genérico, la lectura musical implica la activación de mecanismos que permiten establecer relaciones entre la información codificada y el conocimiento gramatical de la música (ritmo, altura musical, armonía, timbre, intensidad, etc.) adquirido y asimilado en experiencias previas.

En este sentido, tanto el grado de experiencia del lector como de conocimiento a nivel teórico, armónico o formal, condiciona en gran medida tanto alguno de los usos propios de la lectura musical, como la validez de sus respuestas.

2.1. Tipología de la lectura musical. Lectura musical según la respuesta o salida

Generalmente este es uno de los criterios más obvios y naturales a la hora de clasificar los tipos y usos de la lectura musical, toda vez que se relaciona con la intención y uso que más la afecta y que le es más propio; la de recrear en forma de imágenes sonoras (Brodsky, Kessler, Rubinstein, Ginsborg, & Henik, 2008) o mediante estímulos perceptibles por el oído como recreación de la obra o el texto musical escrito.

2.1.1. Lectura silenciosa

La denominada *lectura silenciosa* representa todos los procesos de codificación/decodificación e interpretación del texto musical, que son realizados de manera individual e interna, y sin que se produzca ninguna respuesta física (vocal o instrumental) de recreación sonora (estímulo auditivo a nivel físico) de la idea o de la obra representada. De manera general, el procesamiento de la información en estos casos conduce a la representación mental de la idea musical y a la evocación de imágenes sonoras, como otra forma de recreación del contenido semántico del mensaje.

Las imágenes sonoras guardan relación con los procesos de audición interna también denominados *audición notacional* (Brodsky *et al.*, 2008) y que *grosso modo*, consiste en la recreación o evocación a nivel mental del discurso musical explicitado en el texto. Estas imágenes sonoras pueden guardar mayor o menor relación de exactitud o fidelidad con el mensaje musical representado, este tipo especial de relación es referida por algunos autores como analogía semántica (Galera & Gim, 2012), dependiendo este hecho en gran medida de las habilidades del lector, y sobre todo del nivel de experiencias previas y del conocimiento de la teoría y gramática musical.

2.1.2. Lectura sonora

De forma complementaria a la tipología referida anteriormente, podemos considerar como tipos de lectura sonora todos aquellos procesos que persiguen la recreación e interpretación de la idea musical codificada mediante la producción de los pertinentes eventos sonoros que posibilitan la percepción del mensaje musical de la misma forma, y con la misma intención primitiva que el autor propone en el momento de su creación. Generalmente, la recreación sonora a nivel físico o acústico del mensaje codificado se materializa a través de la ejecución vocal o instrumental, bien sea en ejecuciones de intérpretes como agente individual, o formando parte de conjuntos instrumentales o vocales más extensos (coros, orquestas, grupos de cámara, bandas, etc.).

2.1.2.1. Interpretación instrumental

La lectura musical como herramienta o conjunto de procesos dirigidos a la interpretación instrumental implica que el contenido semántico que incorpora el mensaje codificado es traducido mediante diferentes procesos a nivel cognitivo, (que requieren de manera vinculante del conocimiento previo de la técnica y mecánica instrumental), en las directrices y órdenes motoras que permiten la reproducción musical a través del propio instrumento (Kinsler, V. & Carpenter, R. H., 1995). En este sentido, se produce un doble proceso de codificación/decodificación, a nivel semántico, y a nivel de los procesos motores que se relacionan con la mecánica propia de la ejecución instrumental.

Estos procesos cognitivos de codificación/decodificación actúan a modo de interfaz entre el estímulo visual y la acción motora sobre el instrumento, y son los responsables del retardo o *delay* entre la visualización y reconocimiento del texto (estímulo visual) y los procesos motores responsables de la producción sonora (Sloboda, 2005). Para minimizar estos efectos, los músicos más experimentados suelen fijar la vista en un número determinado de notas por delante de la nota que se está ejecutando. La diferencia espacial entre la nota ejecutada o cantada y la nota leída varía sustancialmente en virtud de la experiencia, los conocimientos y la propia habilidad del ejecutante.

La figura 1 muestra cómo en los músicos con mayor experiencia lectora, el estímulo visual y la posición del ojo se encuentra uno o dos compases por delante de las notas que en ese momento están siendo ejecutadas y reproducidas sonoramente.

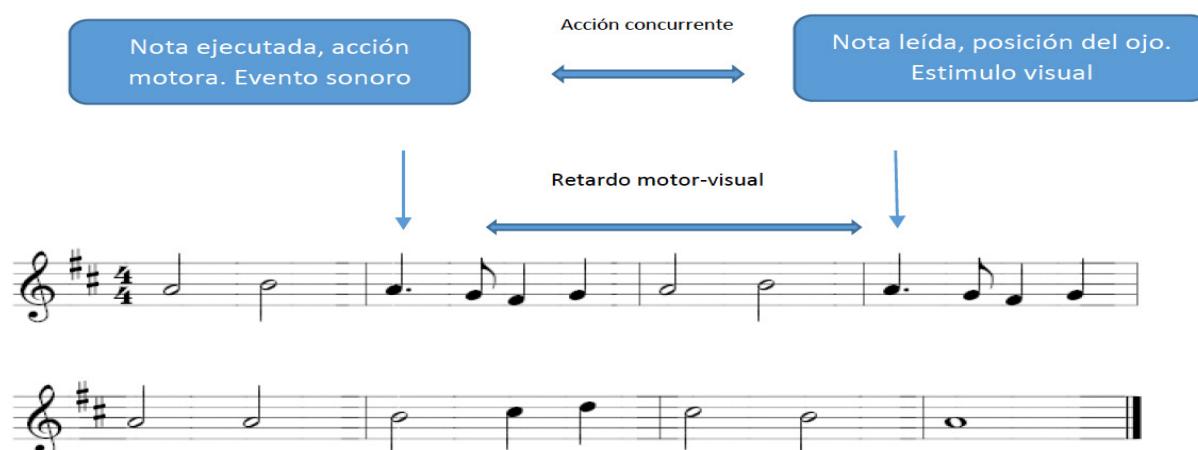


Figura 1. Ejemplo de representación de la diferencia espacial entre la nota ejecutada y la posición de la vista durante la interpretación. Fuente. Elaboración propia.

2.1.2.2. Interpretación vocal

En los procesos de lectura musical dirigidos o relacionados con la interpretación vocal, juega un papel primordial la capacidad de relacionar los estímulos visuales con la evocación de imágenes sonoras

(percepción interna de sonidos en ausencia de estímulo físico-auditivos), y con la identificación y recuperación de las diferentes alturas musicales y relaciones interválicas de la denominada memoria tonal o *pitch memory* (Schön & Besson, 2002). En este sentido, la lectura relacionada con la recreación del texto musical mediante la interpretación vocal, se estructura en torno al conjunto de procesos mediante los cuales el estímulo visual activa ciertas *etiquetas* asociadas a determinados sonidos, o estructuras melódicas concretas, almacenados en la citada memoria tonal.

Las personas con oído absoluto ² no requieren de la misma manera del uso de la memoria tonal y de las relaciones interválicas, toda vez que son capaces de identificar y/o producir cualquier altura musical en ausencia de ningún marco referencial. Esta identificación, por lo tanto, se produce como recuperación directa de la memoria musical, y no como comparación con ningún sonido que actúe como referencia.

² Habilidad inherente de forma innata a ciertas personas para identificar cualquier sonido musical mediante su nombre y altura relativa, sin necesidad de referencias externas en relación con su tesitura o contexto.

2.1.2.3. Interpretación verbalizada

La interpretación verbalizada de un texto musical incorpora, a nivel general, muchos de los procesos que se desarrollan en la interpretación vocal, con la salvedad (muy significativa por otra parte), de que no requiere la identificación de la altura musical de los sonidos. Este hecho obedece a que la característica más definitoria de este tipo de lectura musical no es reproducir el mensaje musical como tal ³, (discurso compuesto de sonidos con distintas alturas musicales que trascurren en relación a una serie de estructuras rítmicas), sino que constituye una forma de reproducir el código escrito en relación al nombre arbitrario que representa a cada nota (Do, Re, Mi, Fa... etc.).

Este tipo de lectura se conoce de igual manera como lectura rítmica o solfeo rítmico, y es muy común en la práctica y entrenamiento de cualquier tipo de músico que utilice los sistemas de notación clásicos.

³ Algunas formas de lectura mixtas pueden incorporar características propias de la interpretación vocal y de la lectura verbalizada.

2.2. Lectura musical según el grado de conocimiento previo del texto

El grado de conocimiento previo del texto conforma otro de los criterios más señalados para la clasificación y subdivisión de los distintos tipos de lectura. A diferencia de otras formas de lectura, la lectura musical implica, al margen de la decodificación semántica del texto, una nueva codificación a nivel de la mecánica y al técnica instrumental o vocal; es precisamente esta fase la que precisa del conocimiento y/o estudio previo del texto. No obstante, los músicos más expertos son capaces de realizar ambos procesos a tiempo real sin la existencia de contacto previo con la representación textual de la obra.

2.2.1. Lectura a primera vista

La lectura musical a primera vista, repentización o *sight-reading* ⁴, generalmente se relaciona con los procesos de lectura sonora y dentro de la interpretación vocal o instrumental. En estos procesos la decodificación semántica y la codificación relacionada con la mecánica y la ejecución instrumental se realizan de manera simultánea y sin conocimiento previo del texto musical, de manera que los estímulos visuales se traducen en acciones motoras sobre el instrumento de manera concurrente (Waters, Underwood, & Findlay, 1997). Aunque el entrenamiento y la experiencia previa, (y sobre todo un gran dominio del instrumento), permiten que la diferencia espacio-temporal entre el estímulo visual y la respuesta motora se reduzca al mínimo, los procesos de codificación y decodificación son realizados igualmente de manera simultánea, por lo que para que el discurso musical fluya es necesario fijar la vista sobre el texto algunos compases o algunas notas por delante de la nota que se está ejecutando, tal y como observamos con anterioridad.

4 Otras formas de expresión incluyen términos como repentización o primera lectura.

2.2.2. Lectura como guía

La lectura musical puede actuar en otros casos como puntos de acceso o estímulos que guían y propician la recuperación de las estructuras aprendidas y almacenadas en la memoria a largo plazo; para ello es necesario un análisis y estudio previo de forma minuciosa que permita por un lado almacenar en la citada memoria a largo plazo la serie de secuencias estudiadas que componen el discurso musical implícito en el texto, y por otro relacionarlo y fijarlo a nivel visual, de manera que es el propio estímulo visual el que establece conexión con la secuencia o pasaje aprendido. Generalmente el uso de este tipo de lectura permite al interprete concentrarse en la ejecución musical al tiempo que dispone de una guía en la interpretación que aporta seguridad y confianza, sobre todo en relación a obras muy largas o complejas.

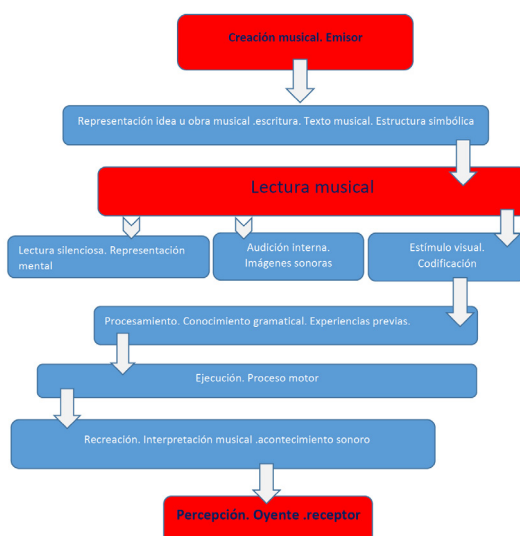


Figura 2. La lectura musical y los mecanismos implicados dentro del proceso creación/recreación de la obra musical. Fuente: Elaboración propia.

3. Sistemas de notación

Los sistemas de notación musical permiten la codificación semántica del mensaje musical en un sistema estructurado y normalizado de símbolos y grafías que permiten la representación o la recreación sonora de la obra musical a nivel textual. Los sistemas de notación incorporan un conjunto más o menos amplio de símbolos genéricos, relacionados con los atributos esenciales de los sonidos musicales, y que pueden ser combinados mediante una sintaxis precisa, pero muy flexible, de manera que se posibilita la representación de cualquier idea u obra musical por compleja que esta sea. Dentro del conjunto general de símbolos y grafías, se establecen un número de subconjuntos que agrupan elementos que hacen referencia a características específicas de determinados aspectos como la ejecución musical y con las particularidades del estilo, el instrumento o la época.

De forma genérica, la notación musical incluye elementos que permiten expresar la altura del sonido, su duración y una serie de atributos expresivos relacionados con la intensidad, el timbre, u otros matices (Read, 1982).

3.1. Evolución

Los sistemas de notación musical han evolucionado a lo largo de los siglos con el fin de sistematizar un conjunto concreto de símbolos y grafismos, relacionados mediante una sintaxis formalizada, que puedan representar de una manera fiel, operativa e intuitiva toda la casuística (a priori infinita) que puede concurrir en un texto musical u obra musical.

Esta evolución ha transitado de la utilización de letras del abecedario como representación de las diferentes alturas musicales (Antigua Grecia), pasando por la representación de las fluctuaciones o giros melódicos mediante símbolos que emulan los cambios de dirección de la misma, hasta los actuales sistemas de notación referenciados a un espacio bidimensional como es el pentagrama. Otros sistemas incorporan mecanismos que permiten representar el texto musical en relación a la manera en que el mensaje se ejecuta en el instrumento; de manera que los sonidos son representados mediante la localización espacial dentro de un sistema tabulado que representa los trastes o las teclas de los instrumentos a los que refiere.

En la actualidad, y al margen de las variaciones idiomáticas existentes, se ha consolidado como sistema universal el basado en la representación simbólica de los sonidos y sus atributos, a través la combinación de elementos que representan la altura y la duración sobre un espacio que los referencia; el pentagrama.

3.2. Sistemas idiomáticos. Sistemas de notación espacial. Tablaturas

Los sistemas basados en tablatura, desarrollados en un principio para instrumentos de cuerda y de tecla (s. XVI), se siguen empleando en la actualidad con gran profusión para toda la familia de instrumentos de cuerda y temperado mediante trastes (*fretted instruments*). Estos sistemas cuentan entre sus bondades, la capacidad de indicar al intérprete el lugar topográfico exacto donde se produce la nota representada, deshaciendo la ambigüedad que se produce en algunos instrumentos (la guitarra, por ejemplo) donde un mismo sonido musical puede producirse de dos o más *ubicaciones* diferentes en el diapasón.

Esta cualidad expresa, además, de manera implícita, la forma y manera en la que el compositor o el transcriptor entienden que la obra debería ser ejecutada a nivel técnico o de digitación. Por todo ello su lectura y comprensión es mucho más intuitiva que los sistemas basados en símbolos, y no requieren, de manera taxativa, de un conocimiento ni entrenamiento previo del sistema tan profundo como estos últimos.

Por el contrario, los sistemas de tablatura incorporan ciertas limitaciones para expresar la duración de las notas (sobre todo en textos polifónicos), y las estructuras y patrones rítmicos incorporados se perciben de manera menos precisa, y con cierta ambigüedad (Tonazzi, 1996). Además, las relaciones interválicas entre las diferentes notas no quedan explicitadas de manera visual. Otro de los grandes inconvenientes refiere el hecho de que estos sistemas en la actualidad están muy enfocados a resolver las particularidades propias de ciertos instrumentos, y en relación con ciertos estilos, por lo que no son exportables ni generalizables a otros ámbitos organológicos ni estilísticos.

3.3. Sistemas de notación textuales

Los sistemas de notación textual se desarrollan, a diferencia de los sistemas tabulados, mediante la combinación, según una serie de reglas preestablecidas (sintaxis), de los elementos y símbolos gramaticales, que representan los sonidos y sus atributos, sobre un espacio de referencia denominado pentagrama. Este espacio se dispone de forma axial en dos dimensiones que guardan relación directa con los atributos principales del sonido musical; la altura y el tiempo.

3.3.1. Elementos contextuales

Los elementos contextuales están constituidos por un número delimitado de símbolos configurados de manera predeterminada, que afectan de manera global a todo el texto musical, y que contextualizan la obra en un marco harmónico, rítmico, de carácter, o estilístico.

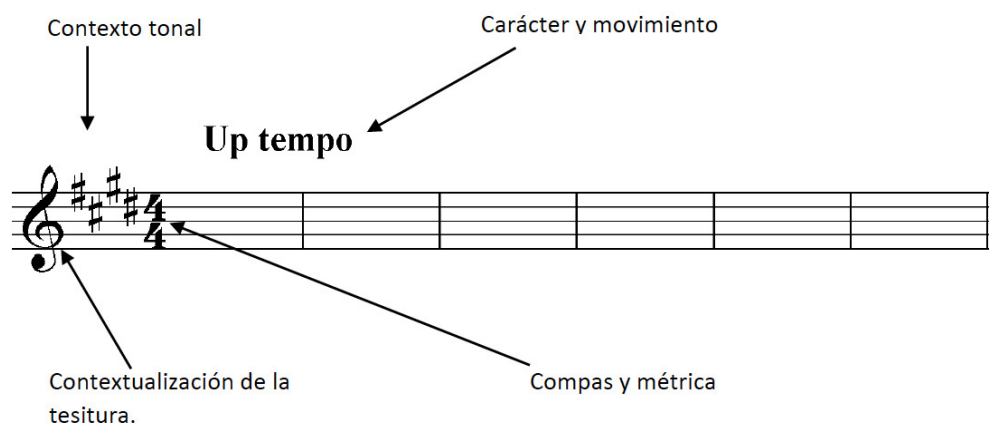


Figura 3. Identificación de los elementos contextuales. Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Elementos constitutivos del lenguaje musical

Los elementos constitutivos a partir de los cuales se forma cualquier texto musical, representan atributos del sonido relacionados con las principales características que los definen: altura musical (frecuencia), duración e intensidad.

Altura. La altura musical se representa mediante las distintas localizaciones que la nota musical⁵ puede adoptar en el eje vertical (imaginario) en torno al cual se estructura el pentagrama. La altura real del sonido representado, a nivel físico-acústico, vendrá condicionada por el contexto general del texto en relación a la tesitura o la clave en el que esté expresado.

Duración. La duración de la nota musical, por el contrario, guarda relación a nivel parcial con el eje horizontal del pentagrama que representa la evolución del pulso de la obra y por ende el paso del tiempo (Gould, 2011). En cualquier caso la notación existente y más generalizada permite establecer y representar distintos valores de duración del sonido únicamente a través de símbolos concretos (figuras redondas, blancas, negras, etc.) sin necesidad de referenciarlo a ningún tipo de evolución en el eje horizontal.

⁵ Símbolo utilizado para representar un sonido determinado con una duración determinada.

4. Aplicaciones para la lectura musical en dispositivos electrónicos; *Music Readers*

Los *Music Readers* son las aplicaciones desarrolladas para dispositivos electrónicos móviles o de sobremesa que permiten la lectura, edición, y gestión de obras musicales de manera especializada, y representadas en diferentes sistemas de notación y soportadas en diferentes formatos.

En los últimos años, y en base a la gran aceptación y penetración que estas nuevas tecnologías han

tenido dentro del colectivo musical (tanto en los ámbitos de la música clásica, como de la música moderna) las diferentes aplicaciones se han ido especializando y desarrollando en función de criterios como el género musical, el instrumento, el uso o el contexto al cual están orientadas, permitiendo la determinación de las funciones y herramientas en torno a estos criterios.

De manera general, y al margen de otras muchas bondades relacionadas con cuestiones más específicas, las aplicaciones para la lectura musical (*Music-readers*), solucionan prácticamente la totalidad de los problemas relacionados con la disponibilidad, acceso, ubicuidad, y volumen de la información, o con la organización, gestión o edición de las colecciones que albergan o manejan. Este tipo de prestaciones están disponibles en la mayor parte (por no decir todas) de las aplicaciones de la misma manera o similar que lo hacen sus hermanas las *e-readers*.

Las aplicaciones de lectura musical permiten el acceso a los contenidos mediante cualquiera de los métodos característicos a este tipo de dispositivos; mediante los distintos recursos disponibles por medio de tecnología *web*, bien sea a través de servidores basados en tecnología cloud, a través de bases de datos colaborativas en las que los usuarios comparten sus propios documentos y contenidos, o mediante los distintos canales de comercialización disponibles específicos para este tipo de recursos. Además, permiten el acceso directo a la colección personal a través de la biblioteca electrónica incorporada en el propio dispositivo. Más allá de los métodos de incorporación anteriormente citados, podemos ingresar archivos a nuestra biblioteca a través del *scanner* incorporado en la mayoría de las aplicaciones, el cual nos permite la digitalización e incorporación a la biblioteca de cualquier obra musical disponible o accesible en formato papel.

Las aplicaciones más modernas incorporan también sistemas que permiten la comunicación y sincronización entre diferentes dispositivos, posibilitando una serie de funciones muy interesantes para la organización y gestión de grupos instrumentales o vocales.

4.1. Biblioteca electrónica

Los dispositivos electrónicos más comunes en la actualidad permiten asociar bibliotecas electrónicas con las distintas aplicaciones disponibles para su gestión. En el caso de las aplicaciones para lectura musical esta consideración es de vital importancia, al ser la gestión (a nivel indexación y recuperación) de la propia biblioteca una de las funcionalidades más relevantes dentro de la gestión de colecciones musicales. La incorporación de estos espacios en el sistema permite, entre otras muchas funciones, la organización, clasificación y recuperación de los documentos mediante puntos de acceso configurables. De forma genérica se establecen, por defecto, algunos de los más comunes a todo tipo de colecciones como son el título de la obra, el autor o autores, el género musical, la dificultad técnica o la valoración personal que el propio usuario puede referir de la misma.

De igual manera, en la mayoría de las aplicaciones, están disponibles una serie de campos para la asignación de metadatos que permiten, por ejemplo, asociar cualquier tipo de descriptores libres a los aspectos o criterios relativos a la indización y recuperación que más interesa al usuario, como la tonalidad, versión y/o edición, tempo, tesitura, carácter, agrupación instrumental, etc. Esta posibilidad resulta de gran utilidad para la recuperación de obras, en estilos en los que existe una gran variedad de versiones de un mismo tema editados o pertenecientes a distintas obras de carácter recapitulativo; la gestión y recuperación de obras o fragmentos musicales en obras como los *Real Book* de Jazz o Blues son algunas de las funciones susceptibles de representar el gran potencial que estas herramientas ofrecen al usuario.

Además, es posible la asignación y edición conjunta de metadatos asociados a cualquier grupo de archivos, pudiendo ser asignados a cualquier subconjunto de obras o archivos que comparten una o varias cualidades o características, dentro del conjunto general de la colección. Algunas de las características comunes más presentes dentro de las colecciones de obras musicales son la pertenencia a la misma obra recapitulativa, edición, trascritor, instrumento o familia de instrumentos, tonalidad, estilos o géneros, etc.

4.1.1. Creación, edición y gestión de *Set-Lists*

Un *Set-List* es un documento con forma de lista que relaciona un conjunto de obras musicales agrupadas en torno a criterios relativos al orden de interpretación de las mismas, generalmente vinculados a un evento en concreto o a programas y repertorios consolidados que se representan con cierta frecuencia o asiduidad. El criterio básico para la confección de estos *set-list* normalmente hace referencia al orden secuencial de ejecución de las obras en la actuación. Las aplicaciones para la lectura electrónica permiten crear *set-list* personalizados para cada actuación o ensayo, vinculando cada lista con eventos marcados en el calendario; además permite compartirlos y gestionarlo entre dispositivos vinculados de manera que cada miembro de un conjunto instrumental puede tener actualizado cualquier cambio o edición que los responsables del mismo introduzcan en este. Por otro lado los *set-list* electrónicos son objetos dinámicos que interactúan en el momento del evento permitiendo la recuperación automática de una obra en el momento que finaliza la ejecución de la que la precede.

4.2. Edición y notación

Los *music readers* incorporan de manera generalizada una serie de herramientas muy potentes para la notación y la edición del texto musical, independientemente del sistema de notación empleado o del formato que los soporta. Entre las muchas opciones disponibles en este ámbito, los músicos cuentan con la posibilidad de deshacer los cambios efectuados, o de almacenar en la biblioteca una

copia del texto original y otra con las anotaciones o ediciones efectuadas. Esta característica resulta muy interesante toda vez que es práctica común entre los músicos la constante modificación del texto en las sesiones de estudio o ensayo; pudiéndose conservar en todos los casos una copia *limpia* del texto en cuestión.

Algunas aplicaciones más específicas incorporan la posibilidad de la edición o escritura mediante programas desarrollados específicamente para estos fines. Estas incorporan, entre otras muchas, la posibilidad de reproducir, mediante sonidos sintetizados, el texto escrito o editado. En la mayoría de los casos se dispone de una amplia paleta de caracteres tipográficos específicos para cada sistema de notación, configurables en tamaño, fuente o color, y se permite además la sincronización de los cambios realizados en el documento entre dispositivos vinculados, permitiendo la edición conjunta para obras relacionadas con conjuntos instrumentales o vocales.

4.3. Asociación y alojamiento de objetos multimedia

La posibilidad de asociar objetos y recursos de diversa índole a los archivos almacenados en la biblioteca electrónica representa una de las funcionalidades con mayor potencial para el músico que ofrecen las aplicaciones de lectura musical. De esta manera podemos disponer de recursos de referencia como los diccionarios de escalas o acordes que permiten observar la estructura armónica, disposición o digitación de cualquier acorde o escala que seleccionemos, o recursos para la improvisación que muestran las relaciones o posibilidades de uso de unos u otros en un determinado contexto armónico o tonal.

Por otra parte, es posible asociar archivos de audio o video a un texto musical de manera independiente o a varios de forma conjunta. En cualquier caso se posibilitan actividades la *lectura comentada*, es decir la posibilidad de leer el texto musical al tiempo que se escucha una determinada grabación previamente seleccionada del mismo y guardada en la memoria del dispositivo. De igual manera se permite la vinculación de *backing tracks* o pistas de acompañamiento que permiten su uso para el estudio o la improvisación al tiempo que podemos leer el texto con el cual se relacionan.

La incorporación de archivos de video permite, de la misma forma, su uso pedagógico como recurso para la enseñanza o el aprendizaje, pudiendo asociarse determinadas explicaciones o tutoriales, a determinadas obras o pasajes de especial dificultad o complejidad dentro de las mismas.

4.4. Paso de página y opciones de vista

Aunque la mayoría de las aplicaciones disponen de forma genérica de un gran número de posibilidades relacionadas con la configuración de página y las opciones de vista, (ampliamente desarrolladas en la aplicaciones de *lectura literaria*), quizás las más significativas en el ámbito de la lectura musical

sean las que han surgido para solventar un problema muy común a la mayoría de los músicos, indistintamente de su contexto particular; nos referimos en este caso al paso de página. Los sistemas actuales permiten configurar una serie de herramientas y dispositivos periféricos para posibilitar el paso de página de manera sincronizada con la lectura sin tener que utilizar las manos que actúan sobre el instrumento que se ejecuta. En la actualidad son muchos los sistemas y las soluciones implementadas, y podemos afirmar que prácticamente existe una solución para cada necesidad específica. Al margen de las particularidades que cada una de ellas incorpora, todas permiten de alguna u otra manera la eliminación de zonas muertas, de manera que el texto que va a ser leído está presente en la pantalla momentos antes de que la vista recorra ese espacio.

4.5. Herramientas y funciones básicas

Independientemente de las funciones y soluciones específicas que las distintas aplicaciones incorporan en relación con su ámbito de aplicación o en función de la problemática específica inherente a los distintos tipos de instrumentos, o de los estilos musicales a los cuales sirven, la mayoría de las aplicaciones incorporan sistemáticamente un conjunto más o menos homogéneos de funciones y herramientas que de alguna forma cubren las necesidades más básicas que surgen de la lectura, estudio o interpretación para cualquier músico y en cualquier situación (Sung, 2013). Por un lado podemos encontrar teclados y pianos virtuales, con bancos de sonidos asociados que permiten reproducir de manera rápida y sencilla fragmentos del texto musical con el fin de obtener una primera recreación sonora *real* de la parte o fragmento deseado; además, representa un recurso muy útil en relación con trabajos como la composición o los arreglos musicales.

Por otra parte se incluye de manera casi universalizada algún tipo de metrónomo configurable que al margen de uso más genérico en contextos de estudio o aprendizaje ofrece, de igual manera, funciones de sincronización con los sistemas y herramientas de paso de página.

5. Desarrollo de soluciones para problemas específicos.

Paso de página

Exceptuado las obras musicales de carácter vocal, en las que el uso de las manos no constituye un hándicap relevante, en la mayoría de los casos, el resto de composiciones que de carácter instrumental, conllevan a la hora de la ejecución (lectura) el problema (aún no resuelto) del paso de página. La necesidad de pasar la página de forma reiterada durante la recreación de una obra no solo implica necesariamente el tener que emplear por un momento, más o menos extenso, una de las manos que ejecutan sobre el instrumento para realizar una acción, que nada tiene que ver con

la misma. Este detalle, que aparentemente puede parecer menor, es de vital importancia, por ciertas consideraciones.

Apartar una de las manos del instrumento no solo supone cortar el normal discurrir del discurso musical a nivel de ejecución sobre el instrumento, sino que condiciona emocionalmente y a nivel artístico la concentración y el desempeño del intérprete. Este es un hecho incuestionable, en torno al cual no existen discrepancias relevantes en la comunidad musical, de hecho se da por asumido y como algo consustancial al hecho de la lectura musical; evidentemente este problema se presenta únicamente en relación a los intérpretes que actúan y ejecutan leyendo la obra. Fuera de estas consideraciones quedan, por lo tanto, todas las tipologías musicales y formas de recreación que o bien no contemplan en sus representaciones más comunes la interpretación con el texto musical, o las que directamente no precisan de un texto previamente creado (la mayoría de las veces basta con las mínimas indicaciones en torno a la progresión armónica o la melodía del tema); entre estas encontramos la mayoría de las músicas basadas en la improvisación. De modo ilustrativo se puede concluir que este problema es mucho más generalizado y acusado en la música clásica, y especialmente en los géneros denominados como sinfónicos y de cámara, y de forma general, en todos aquellos en los que el intérprete necesita una coordinación y sincronización *cuasi* matemática con el resto de intérpretes; en este sentido únicamente una ejecución con el texto musical presente garantiza el éxito en la recreación.

Existe un tercer grupo en el que se circunscriben todos aquellos solistas (pianistas, guitarristas, violinistas, etc.), que por una gran variedad de motivos (extensión del texto, dificultad a nivel formal del mismo, o simplemente como elección personal) optan por leer el texto musical en sus interpretaciones en público. Muchas veces la presencia del texto obedece a la necesidad de desarrollar la ejecución musical mediante la lectura del mismo, y otras, simplemente, para incorporarlo como guía o material de apoyo en pasajes o fragmentos especialmente complicados o difíciles de recordar (lectura como guía). En la mayoría de los casos, la forma y manera de plantear la ejecución musical en un contexto u otro obedecen casi en exclusiva a cuestiones de carácter personal como los métodos de estudio, la mayor o menor facilidad para recordar las obras, o por otras más subjetivas como la sensación de seguridad y confianza. En muchos de los casos resulta relativamente frecuente encontrarnos con solistas (normalmente pianistas) que actúan de manera sistemática y como norma con una persona a su lado que se encarga del paso de página. Esta situación implica de manera necesaria que ambos deben formar un equipo en el que la confianza y el conocimiento previo resultan imprescindibles.

Los nuevos sistemas de paso de página incorporados a los dispositivos de lectura electrónica, solucionan de manera sencilla y eficaz todos los problemas anteriormente señalados; estos, y algunos más. Al margen del resto de inconvenientes y casuística relacionada, es necesario señalar

que incluso cuando el paso de página en textos en papel se soluciona mediante una persona convenientemente entrenada y dedicada a estas tareas, la propia disposición de los textos en este soporte conlleva la creación de espacios muertos de lectura, conforme se realiza el paso de página. En este sentido el acceso visual al texto en los últimos compases al final de página y los primeros de la página siguiente, resulta deficiente, o al menos, no en las mismas condiciones que en el resto de compases cuando el paso de página no se efectúa.

El paso de página en partituras electrónicas, se ha resuelto mediante el desarrollo diferentes métodos que integran soluciones efectivas a toda la serie de problemas que concurren en el paso de página en textos en papel.

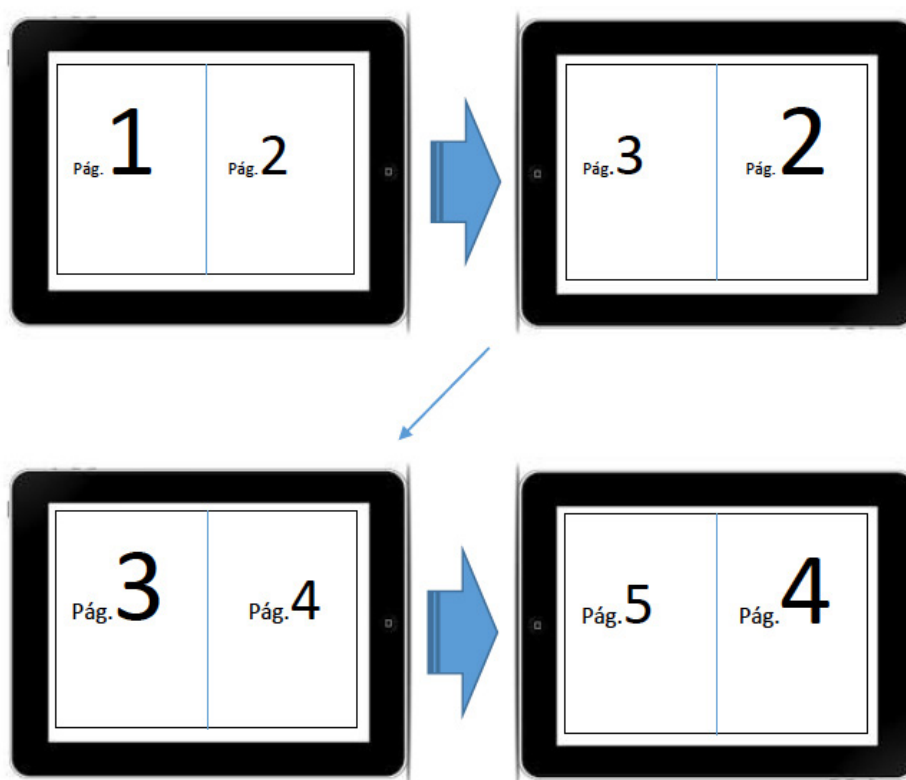


Figura 4. Sistema de paso de página para evitar zonas muertas, en disposición horizontal ⁶. Fuente: Elaboración propia.

⁶ La numeración con el número a mayor escala referencia la página de lectura en curso.

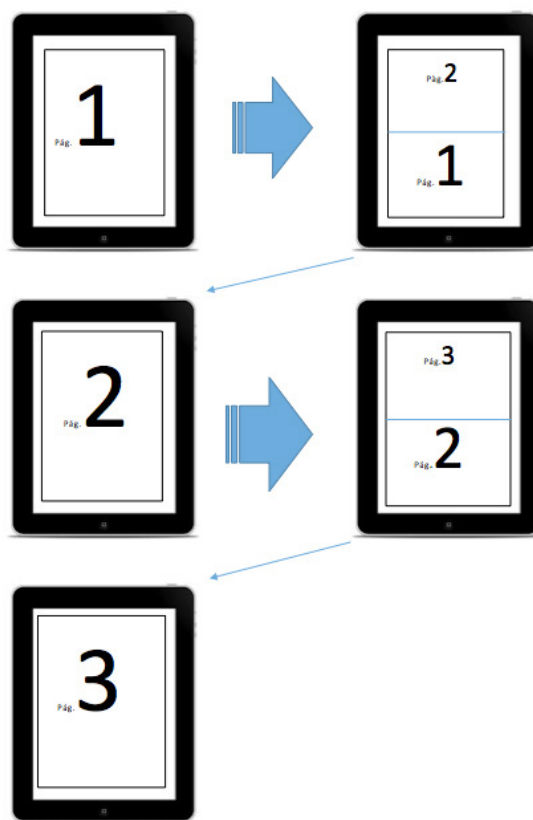


Figura 5. Sistema de paso de página para evitar zonas muertas, en disposición horizontal. Fuente: Elaboración propia.

5.1. Sistemas de paso de página a nivel operativo

Al margen del sistema implementado para desarrollar el paso de página a nivel de la disposición textual, es necesario establecer mecanismos precisos que permitan sincronizar de una manera u otra el modo y el momento en el que este se produce. Actualmente son tres los métodos y sistemas más extendidos y aceptados por la comunidad musical, cada uno de ellos con sus ventajas y con sus inconvenientes;

- Sistemas de paso de página por sincronización en el tiempo.
- Sistemas de paso de página mediante dispositivos externos vía Bluetooth.
- Sistemas de paso de página gestual.

No obstante, y aunque la elección de cada uno de ellos depende del contexto de uso o de la casuística particular, los sistemas disponibles en la actualidad cubren casi por completo cualquier necesidad específica que pueda presentarse.

5.1.1. Sistemas de paso de página por sincronización en el tiempo

Los sistemas basados en la sincronización mediante pulso o tempo establecen mecanismos automatizados de sincronización respecto al paso de página mediante la asignación al texto musical

de un número de compases concretos (esta tarea debe realizarse de manera manual, excepto en formatos propietarios), y la contabilización de los mismos en referencia a un tempo establecido o elegido por el intérprete. Este proceso básicamente consiste en el que el dispositivo reconoce los compases que cada página incorpora, el número de pulsos o partes de cada compas y la velocidad (tempo, Bpm) en la que transcurren; de esta manera la aplicación va contando pulsos o *beats*, (y subsidiariamente compases) y cuando reconoce el ultimo de cada página procede a pasar a la siguiente.

5.1.2. Sistemas de paso de página mediante dispositivos externos vía Bluetooth

Este es, sin lugar a dudas, el sistema más desarrollado, aceptado y funcional de entre todos los disponibles a día de hoy. Permite el control total de las funciones relacionadas con el paso de página de una forma sencilla, fiable e intuitiva, consistente en el accionamiento con el pie de un conmutador que envía la señal que indica el paso de página al dispositivo; en contraprestación, únicamente es necesario un cierto nivel de entrenamiento y familiarización con el dispositivo externo que lo gobierna (Wolberg & Schipper, 2012).

La posibilidad de poder acceder a la página deseada, en el momento deseado, de manera independiente a si esta se encuentra en un dirección u otra (adelante o atrás), posibilita la reproducción de cualquier tipo de texto musical, de manera independiente a sus estructura o su organización; siendo estos muy adecuados para la ejecución musical en textos editados a la manera tradicional, o simplemente escaneados de obras editadas en papel; indistintamente de la edición, el instrumento, o la estructura formal que presenten. Se posibilita en este sentido una flexibilidad total para interactuar con cualquier tipo de contenido, independientemente del formato y la disposición del mismo.

No obstante, se han desarrollado, de manera paralela, otros dispositivos con el mismo esquema general de funcionamiento, pero que permiten el control del sistema de manera adecuada en entornos más dinámicos donde existen multitud de agentes en movimiento y todo tipo de vibraciones; nos referimos principalmente a situaciones de directo de bandas y grupos de música moderna donde el ruido mecánico no incide en la percepción del mensaje musical, y donde al contrario que en las situaciones anteriormente referidas, prevalece la robustez y la fiabilidad sobre la sensibilidad y la discreción.

Como en cualquiera de los casos, estas soluciones cuentan con apenas unos años de desarrollo, no es desdeñable contemplar que en un futuro cercano la constante demanda de nuevas soluciones relacionadas con entornos y casuísticas concretas permitan el desarrollo de nuevas soluciones que tengan un marcado carácter de especialización a las características que se requieran.

5.1.3. Sistemas de paso de página gestual

Con la idea de posibilitar la incorporación de los sistemas de paso de página a todos los requerimientos posibles y, sobre todo, a todo tipo de intérpretes, en los últimos años se han desarrollado accesorios y mecanismos que adaptan los esquemas generales incorporados en los dispositivos externos vía Bluetooth para todas aquellas situaciones en las que el uso de ambas manos o pies están implicados en la ejecución musical. En este grupo se incluyen sobre todo a los organistas y bateristas. En el primer caso la adaptación de estos sistemas es absolutamente necesaria e imprescindible porque, de una parte, el uso de los pies en este instrumento es tan relevante o más que el uso de las manos, y por otra, porque la inmensa mayoría de los músicos especialistas en el instrumento y en sus repertorio ejecutan las obras mediante la lectura sincrónica de la misma. La complejidad de la estructura armónica y contrapuntística, unido al gran número de voces que intervienen, así lo hacen necesario. Por todo ello es de gran utilidad para estos músicos contar con sistemas que adapten el paso de página mediante dispositivos externos y que a la vez, no implique uso de los pies o manos para tal efecto.

Las soluciones aplicadas que se han mostrado como fiables y operativas incluyen una serie de accesorios que permiten traducir diferentes gestos y movimientos (generalmente de la cara o la boca) en señales que impliquen en paso de página en uno u otro sentido.

6. Referencias Bibliográficas

Brodsky, W., Kessler, Y., Rubinstein, B.-S., Ginsborg, J., & Henik, A. (2008). The mental representation of music notation: notational audiation. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 34(2), 427–45. doi:<http://doi.org/10.1037/0096-1523.34.2.427>

Galera, M., & Gim, T. (2012). Lectura musical y procesos cognitivos implicados Music reading: some of its cognitive processes. *LEEME.Revista Electrónica Europea de Música En La Educación*, 29(29), 56–82.

Gould, E. (2011). *Behind Bars: the Definitive Guide to Music Notation* (1st ed., p. 704). Faber Music Ltd.

Gudmundsdottir, H. R. (2010). Advances in Music Reading Research Helga Rut Gudmundsdottir, (June 2009), 1–16.

Read, G. (1982). *Music notation : a manual of modern practice*. (V. Gollanz, Ed.) (p. 482). London.

Schön, D., & Besson, M. (2002). Processing pitch and duration in music reading: a RT-ERP study. *Neuropsychologia*, 40(7), 868–78. doi:[http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3932\(01\)00170-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0028-3932(01)00170-1)

Sloboda, J. A. (2005). *Exploring the Musical Mind: Cognition, Emotion, Ability, Function* (primera). Oxford: Oxford university Press.

Sung, H. (2013). *From Paper to Pixels - Your Guide to the Digital Sheet Music Revolution*. (J. Townsend, Ed.) (p. 368). KaSu Press (July 7, 2013).

Tonazzi, B. (1996). *Liuto, vihuela, chitarra e strumenti simili nelle loro intavolature con cenni sulle loro letterature* (terza ediz, p. 176). Ancona, Italia: Bérben Edizioni Musicali.

Waters, A. J., Underwood, G., & Findlay, J. M. (1997). Studying expertise in music reading: use of a pattern-matching paradigm. *Perception & Psychophysics*, 59(4), 477–88. doi:<http://dx.doi.org/10.3758/BF03211857>

Wolberg, G., & Schipper, I. (2012). Page turning solutions for musicians: a survey. *Work (Reading, Mass.)*, 41(1), 37–52. doi:<http://doi.org/10.3233/WOR-2012-1242>

Análisis y evaluación de las competencias del Grado en Información y Documentación en la Universidad de Zaragoza

Analysis and Evaluation of the Skills of the Degree in Information and Documentation at the University of Zaragoza

María del Carmen Agustín Lacruz ¹, José Antonio Salvador Oliván ²

¹ Departamento de Ciencias de la Documentación e Historia de la Ciencia, Universidad de Zaragoza, Spain. cagustin@unizar.es

² Departamento de Ciencias de la Documentación e Historia de la Ciencia, Universidad de Zaragoza, Spain. jaso@unizar.es

Resumen

Se estudian las competencias específicas descritas en las guías docentes publicadas del grado en Información y Documentación de la Universidad de Zaragoza. La metodología consiste en analizar las competencias recogidas en las guías docentes de todas las asignaturas mediante su inclusión en una base de datos y posterior procesado mediante el programa estadístico SPSS (v. 22.0). Entre los resultados destaca el estudio de 37 asignaturas. El número medio de competencias por asignatura es de 3,1. Las competencias con mayor presencia son *Elaboración y difusión de la información*, *Conocimiento del entorno profesional de la información y documentación*, *Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información*, y *Organización y almacenamiento de la información*, presentes en la tercera parte de las asignaturas del grado. En sentido negativo, las competencias que no están reflejadas en ninguna asignatura son *Tecnologías de la información: Telecomunicaciones y Técnicas comerciales*. En las asignaturas de Formación Básica, la competencia más frecuente es *Elaboración y difusión de la información*, que aparece en casi la mitad de las asignaturas de este tipo, seguida de las competencias *Identificación autenticación y evaluación de recursos de información*, *Organización y almacenamiento de la información* e *Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de información*, que aparecen en casi la tercera parte de este tipo de asignaturas. En las asignaturas Obligatorias, la competencia más frecuente es *Organización y almacenamiento de la información*, que aparece en algo más de la tercera parte de las asignaturas. En las asignaturas Optativas, las competencias más frecuentes son *Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación*, *Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información* y *Elaboración y difusión de la información*.

Palabras clave

Competencias; Guías docentes; Grado en Información y Documentación; Universidad de Zaragoza.

Abstract

Specific skill described in the teaching guides of the Degree in Information and Documentation of the University of Zaragoza are studied. The methodology consists of analyzing the skills of all subjects by inclusion in a database and processed later by SPSS (v. 22.0). The results highlighted the study of 37 subjects. The average number of competitions per subject is 3.1. Skill with the largest presence are: *Preparation and dissemination of information*, *Knowledge of the professional environment of Information and Documentation*, *Identification and evaluation of information sources and resources*, and *Organization and storage of Information*. Skill without presence are: *Information Technology: Telecommunications and Business skills*. In the core subjects is the most common *Preparation and dissemination of information*. In the optional subjects, the most common skill are *Knowledge of the professional environment of information and documentation*, *Identification, and evaluation of sources and resources of information* and *Preparation and dissemination of information*.

Keywords

Skills; Teaching guides; Degree in Information and Documentation; University of Zaragoza.

Recepción: 10-11-2015

Revisión: 01-12-2015

Aceptación: 09-12-2015

Publicación: 01-03-2016

1. Introducción

La reordenación de las titulaciones universitarias españolas promovida por la aplicación del Espacio Europeo de Educación Superior tuvo como objetivos principales facilitar la movilidad y la integración de los titulados en el mercado de trabajo europeo y adecuar el contenido de los estudios universitarios a las demandas sociales y laborales, mediante la adopción de un marco común de reconocimiento para que las titulaciones y las cualificaciones profesionales obtenidas sean comprensibles y comparables entre sí.

Una de las ideas motrices iniciales (*Declaración de la Sorbona*, 1998) fue impulsar también –junto a la moneda, la economía y las instituciones políticas comunes– una *Sociedad europea del Conocimiento*. El propósito era extender la educación superior a capas más amplias de la sociedad para incrementar el empleo ligado a la *Economía del Conocimiento* (Krüger, 2006) y fomentar la competitividad internacional de los sistemas educativos europeos, convirtiendo al viejo continente en foco de atracción para unos estudiantes, profesores y empleadores, obligados a desenvolverse en entornos cada vez más globalizados.

Para alcanzar estos objetivos era necesario reformular los planes de estudio, promover nuevos planteamientos didácticos para superar el mero dominio cognitivo de las disciplinas y propiciar la adquisición de competencias y aptitudes.

El nuevo modelo europeo de titulaciones sitúa al alumno en el centro del proceso educativo y pone en valor una nueva cultura de la calidad en las prácticas docentes del profesorado, tanto en lo que respecta a la descripción de competencias dentro de los diseños curriculares de cada titulación, como al establecimiento de los objetivos de enseñanza y los resultados de aprendizaje de asignaturas, como a la selección de contenidos y de estilos docentes.

En paralelo, los ejes de este nuevo paradigma de aprendizaje son la orientación hacia la empleabilidad en entornos socio-económicos globales y la consecución de competencias profesionales, entendidas en un sentido amplio como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes que necesita una persona para ocupar adecuadamente un puesto de trabajo (Mora, 2011; Alonso, Fernández Rodríguez & Nyssen, 2009, pp. 32-33).

En esencia, el proceso de Bolonia ha supuesto la transformación más importante ocurrida en la educación superior desde que las universidades europeas se adaptaron a la era industrial. Y el propósito es similar al ocurrido hace dos siglos: transmitir a los graduados las competencias que la nueva sociedad necesita (Mora, 2011, p. 29) para generar valor añadido en el sistema productivo

y mejorar su competitividad (*Declaración de Amberes*, 2015). El escenario de los cambios se ha extendido también a otras regiones geopolíticas, como los países latinoamericanos (Cortés Montalvo, 2012, p. 47).

El cambio de paradigma ha modificado la forma de pensar la estructura de las titulaciones y también la terminología utilizada: los antiguos planes de estudios se publicaban en los Boletines oficiales, a través de Órdenes Ministeriales o Decretos y recogían las relaciones de asignaturas, los descriptores con el contenido de las mismas y las adscripciones a las áreas de conocimiento con capacidad para impartirlas. En la actualidad la estructura curricular es más flexible y las titulaciones se organizan en torno a conceptos como competencia, materia, módulo, asignatura y guía docente (Agustín, Gómez & Salvador, 2013, p. 38).

En este nuevo entorno educativo, las guías docentes de las asignaturas constituyen una valiosa herramienta didáctica que facilita el aprendizaje autónomo de los alumnos y el trabajo por competencias, definiendo la planificación de las clases y la “coreografía didáctica” de todo el proceso docente-discente. Contienen el programa desarrollado de cada asignatura, de manera que guían el aprendizaje y reconstruyen el itinerario que debe recorrer el alumno para superar la disciplina, describiéndolo desde su perspectiva. Incluyen datos descriptivos básicos sobre la materia y el profesorado que la imparte, el centro, el campus, la universidad, etc. También la contextualizan dentro de la titulación, el ciclo y el curso. Recogen el proyecto formativo de la materia, incluyendo los temas, las actividades a realizar y las orientaciones metodológicas generales y específicas. Finalmente, también establecen la bibliografía básica y el sistema, los criterios y el tipo de pruebas de evaluación. Este conjunto de información publicada, y con frecuencia difundida a través de la web, facilita la visibilidad de los programas de estudios y por tanto su conocimiento y comparación por parte de los alumnos interesados en cursarlas. Analizadas en su conjunto, permiten evidenciar que dentro del proyecto curricular de una titulación no existen solapamientos ni lagunas en el itinerario formativo que se ha diseñado (Agustín, 2008, p. 44).

Junto con el Proyecto de titulación, las guías docentes son el segundo gran instrumento de planificación y coordinación de las titulaciones. Las guías concretan y definen con precisión los resultados de aprendizaje, los sistemas de evaluación y los programas de actividades (Paricio Royo, 2010, p. 5). Constituyen una buena plataforma de observación y un excelente objeto de estudio para observar en ellas el alineamiento de las asignaturas respecto de las competencias que definen cada titulación.

En la Universidad de Zaragoza, las guías docentes forman parte del sistema de calidad de las titulaciones y su redacción, aprobación y revisión está regulado por un procedimiento específico – Q316– dentro del *Reglamento de la organización y gestión de la calidad de los estudios de grado y máster*.

Por lo que respecta al Grado de Información y Documentación, ha aprovechado la adaptación al

proceso de Bolonia, para cambiar su denominación inicial –Biblioteconomía y Documentación–, escogiendo un nombre más inclusivo y genérico, así como para articular planes de estudios más integradores, con una orientación muy profesionalizante y para incorporar las tecnologías de forma transversal a la mayoría de las asignaturas (Abadal, 2013, pp. 216 y 217).

2. Objetivos

El propósito de este trabajo es revisar y analizar las competencias específicas descritas en las guías docentes publicadas de las asignaturas del grado en Información y Documentación impartido en la Universidad de Zaragoza –que se implantó en septiembre de 2008 y obtuvo la renovación de la acreditación en mayo de 2014–, para conseguir los siguientes objetivos específicos:

- a) Comparar el grado de implantación de las competencias específicas el grado en Información y Documentación respecto de las señaladas en el Libro Blanco *Título de Grado en Información y Documentación* (ANECA, 2004).
- b) Identificar las competencias no desarrolladas o desarrolladas de forma deficiente en las diversas asignaturas, para detectar posibles lagunas en la oferta formativa.
- c) Evaluar si las competencias indicadas en las guías docentes de las asignaturas impartidas en el grado en la Universidad de Zaragoza se ajustan a los perfiles de trabajo de los profesionales de la información y la documentación.

3. Material y métodos

El desarrollo del trabajo se ha efectuado en las siguientes fases:

- a) En primer lugar, se seleccionaron las guías docentes de las asignaturas de formación básica, obligatorias y optativas que se han impartido desde la implantación del grado en Información y Documentación en la Universidad de Zaragoza (curso 2008-2009).

Se han excluido las asignaturas Prácticum y Trabajo de Fin de Grado, las asignaturas optativas de idiomas (inglés, francés, alemán, italiano, árabe y catalán) y todas aquellas asignaturas optativas que, aunque forman parte del plan de estudios, no se han activado ni impartido nunca.

- b) Todas las competencias específicas han sido redactadas por el profesorado de las asignaturas y aprobadas por los Consejos de Departamento responsables y por la Comisión de Garantía de Calidad del Grado. Las competencias están normalizadas, son las que figuran en la Memoria de

Verificación del Grado y se ajustan a la clasificación del Libro Blanco del Grado en Información y Documentación (ANECA, 2004, pp. 155-178), salvo la competencia *E24-Otros conocimientos aplicados a la información y documentación* que no está presente en la Memoria del Grado.

Las competencias, y su significado, son las siguientes:

E01. Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de la información.

Analizar e interpretar las prácticas, las demandas, las necesidades y las expectativas de los productores, los usuarios y los clientes, actuales y potenciales, y desarrollar su cultura de la información ayudándoles a hacer el mejor uso de los recursos disponibles.

E02. Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación.

Orientarse en el entorno profesional nacional e internacional de la información y documentación, así como en su medio político, económico e institucional.

E03. Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional e internacional de la gestión de la información.

Aplicar las disposiciones y los procedimientos legales y reglamentarios tanto de ámbito nacional como internacional relativos a la actividad de información y documentación.

E04. Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información.

Identificar, evaluar y validar informaciones, documentos y sus fuentes, tanto internos como externos.

E05. Gestión de colecciones y fondos.

Elaborar y aplicar criterios de reunión, selección, adquisición y eliminación de documentos que permitan constituir y organizar colecciones de documentos de toda naturaleza o fondos de archivos, conservarlos haciéndolos accesibles, desarrollarlos teniéndolos al día y expurgarlos de elementos que se han convertido en inútiles, siguiendo la evolución de las necesidades de los usuarios.

E06. Preservación, conservación y tratamiento físico de documentos.

Definir y aplicar métodos y técnicas para ordenar, proteger, conservar, preservar y restaurar soportes documentales de cualquier naturaleza.

E07. Análisis y representación de la información.

Identificar y representar en el lenguaje documental adoptado o en otro sistema simbólico el contenido semántico de un documento o de una colección de documentos o de un fondo de archivo.

E08. Organización y almacenamiento de la información.

Organizar y estructurar los datos relativos a la descripción de documentos y colecciones de documentos en cualquier soporte; crear y explotar las herramientas de acceso a los datos, documentos o referencias.

E09. Búsqueda y recuperación de información.

Buscar y recuperar la información por métodos que permitan dar respuesta a las expectativas de los demandantes en condiciones óptimas de coste y tiempo.

E10. Elaboración y difusión de la información.

Hacer disponibles y explotables las informaciones tratadas y facilitar el uso mediante el suministro de productos y servicios documentales.

E11. Tecnologías de la información: informática.

Utilizar y poner en práctica métodos, técnicas y herramientas informáticas (*hardware* o *software*) para la implantación, desarrollo y explotación de sistemas de información.

E12. Tecnologías de la información: telecomunicaciones.

Utilizar y poner en práctica métodos, técnicas y herramientas informáticas (*hardware* o *software*) para la implantación, desarrollo y explotación de sistemas de telecomunicación.

E13. Técnicas de producción y edición.

Producir o reproducir documentos en cualquier soporte y formato con vistas a su difusión.

E14. Técnicas de gestión administrativa.

Garantizar el mantenimiento de la administración general, la gestión administrativa y el apoyo logístico de la actividad de un organismo.

E15. Técnicas de marketing.

Analizar y situar la actividad en un contexto estratégico y de competencia; promover dicha actividad elaborando y poniendo a punto las herramientas de trabajo apropiadas para la captación del mercado.

E16. Técnicas comerciales.

Establecer y mantener relaciones con clientes o socios con el fin de vender productos y servicios.

E17. Técnicas de adquisición.

Adquisición de los productos, documentos o prestaciones, en función de normas vigentes para su gestión y de una política de adquisiciones establecida.

E18. Técnicas de gestión micro económica.

Controlar y optimizar de forma permanente los recursos del organismo y su utilización.

E19. Técnicas de instalación, acondicionamiento y equipamiento.

Técnicas de instalación, acondicionamiento y equipamiento.

E20. Técnicas de planificación y gestión de proyectos.

Prever, organizar, gestionar y llevar a buen término un proyecto técnico integrando las limitaciones del entorno: humanas, económicas, de calendario, reglamentarias, etc.

E21. Técnicas de diagnóstico y evaluación.

Identificar los puntos fuertes y débiles de una organización, de un producto o de un servicio, establecer y utilizar indicadores, elaborar soluciones para mejorar la calidad.

E22. Técnicas de gestión de recursos humanos.

Asegurar la integración, la eficacia y el bienestar del personal de una unidad de trabajo, aplicando la legislación y la reglamentación en vigor, respetando los objetivos de la empresa, favoreciendo el desarrollo personal y profesional de los individuos.

E23. Técnicas de formación.

Concebir y ejecutar una acción o un plan de formación inicial o continua.

Se introdujeron en una base de datos todas las competencias específicas presentes en las asignaturas seleccionadas y las competencias transversales recogidas en el Libro Blanco *Título de Grado en Información y Documentación* (ANECA, 2004, p. 148).

c) Finalmente se procesó la información con el programa estadístico SPSS (v. 22.0).

4. Resultados

4.1. Plan de estudios del grado en Información y Documentación en la universidad de Zaragoza

El número total de créditos es de 240, distribuidos de manera equitativa en los 4 cursos. En primer y segundo cursos, la mitad de los créditos se corresponde con asignaturas de formación básica y la otra mitad con asignaturas obligatorias.

En tercer curso, 42 créditos son de asignaturas obligatorias y 18 de asignaturas optativas; en cuarto curso, la mayoría de los créditos que debe cursar un alumno son de asignaturas optativas, y tan solo 18 créditos son de asignaturas obligatorias (12 del Prácticum y 6 del Trabajo de fin de grado).

Cursos/Tipo de asignaturas	Formación Básica	Obligatorias	Optativas
Primer curso	5 (30 créditos)	4 (30 créditos)	
Segundo curso	5 (30 créditos)	4 (30 créditos)	
Tercer curso		6 (42 créditos)	13 (78 créditos)
Cuarto curso		2 (18 créditos)	

Tabla 1. Distribución del número y tipo de asignaturas y créditos por cursos

El número total de asignaturas en las que se han analizado las competencias es de 37. El número medio de competencias presentes en las asignaturas es de 3,1, teniendo la mayoría de ellas (el 83,7%) entre 2 y 4 competencias (Gráfico 1).

Las asignaturas con mayor número de competencias son:

- El libro antiguo en los sistemas de información, optativa de 6 créditos, con 9 competencias.
- Organización y gestión de archivos, obligatoria de 1º curso con 9 créditos, Conservación preventiva en archivos y bibliotecas, obligatoria de 3º curso y Paleografía general, optativa de 6 créditos. Todas ellas con 5 competencias.

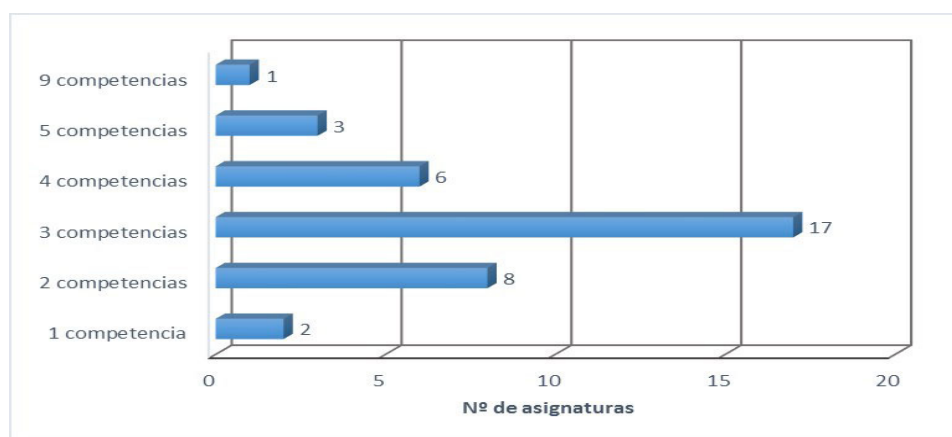


Gráfico 1. Distribución del número de competencias en asignaturas

En 18 asignaturas (48,6%) no se indica ninguna competencia transversal, mientras que en 19 asignaturas sí aparecen de manera explícita este tipo de competencias, siendo la media de 3,4 competencias transversales (entre 1 y 7 competencias). Las asignaturas de Formación básica son las que más presencia de competencias transversales tienen (8 de 10), en las obligatorias aparecen en 9 de 14, y en las optativas solo aparecen en 2 asignaturas de 13.

4.2. Análisis de las competencias en las asignaturas

En la tabla 2 se muestran las competencias con mayor presencia en las asignaturas. Destacan las competencias *Elaboración y difusión de la información*, *Conocimiento del entorno profesional de la información y documentación*, *Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información*, y *Organización y almacenamiento de la información*, presentes en la tercera parte de las asignaturas del grado.

En sentido negativo, dos competencias no están reflejadas en ninguna asignatura: *Tecnologías de la información: Telecomunicaciones y Técnicas comerciales*. Sorprende que la primera de ellas no esté representada en ninguna asignatura ya que es específica de la materia troncal *Tecnologías de la información y edición digital*, con contenidos muy relevantes en la actualidad y una propuesta de 24 créditos en la titulación.

La competencia *Técnicas comerciales* no está representada en ninguna asignatura, y junto a las relacionadas con las de marketing, adquisición, gestión y formación forman parte de una única materia del *Libro Blanco*, *Planificación, organización y evaluación de unidades de información*, y todas hacen referencia a la venta, adquisición y control de productos y servicios.

En las asignaturas de Formación Básica, la competencia más frecuente es *Elaboración y difusión de la información*, que aparece casi la mitad de las asignaturas de este tipo (tres de segundo curso y una de primero), seguida de las competencias *Identificación autenticación y evaluación de recursos de información*, *Organización y almacenamiento de la información e Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de información*, que aparecen en casi la tercera parte de este tipo de asignaturas.

En las asignaturas Obligatorias, la competencia más frecuente es *Organización y almacenamiento de la información*, que aparece en algo más de la tercera parte de las asignaturas. En este tipo de asignaturas están representadas 16 competencias, faltando, además de las dos que no aparecen en ninguna asignatura, las de *Técnicas de gestión administrativa*, *Técnicas de marketing*, *Técnicas de gestión microeconómica*, *Técnicas de gestión de recursos humanos* y *Técnicas de formación*, competencias que sí aparecen en asignaturas de formación básica.

En las asignaturas Optativas, las competencias más frecuentes son *Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación*, *Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información* y *Elaboración y difusión de la información*, presentes en la mitad de este tipo de asignaturas. Destaca que 8 competencias no aparezcan en ninguna asignatura optativa, y la poca presencia de aquellas relacionadas con las *Tecnologías de la información* y *Técnicas de producción*

y edición, y que están directamente relacionadas con uno de los perfiles de salida de la titulación, concretamente con el gestor de contenidos en el entorno web.

	Nº de asignaturas
E10. Elaboración y difusión de la información	13
E02. Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación	12
E04. Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información	12
E08. Organización y almacenamiento de la información	12
E07. Análisis y representación de la información	10
E05. Gestión de colecciones y fondos	8
E21. Técnicas de diagnóstico y evaluación	8
E01. Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de la información	7
E03. Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional e internacional de la gestión de la información	6
E09. Búsqueda y recuperación de información	6
E06. Preservación, conservación y tratamiento físico de documentos	5
E20. Técnicas de planificación y gestión de proyectos	5
E11. Tecnologías de la información: informática	3
E13. Técnicas de producción y edición	3
E14. Técnicas de gestión administrativa	1
E15. Técnicas de marketing	1
E17. Técnicas de adquisición	1
E18. Técnicas de gestión microeconómica	1
E19. Técnicas de instalación, acondicionamiento y equipamiento	1
E22. Técnicas de gestión de recursos humanos	1
E23. Técnicas de formación	1
E12. Tecnologías de la información: telecomunicaciones	0
E16. Técnicas comerciales	0

Tabla 2. Presencia de las competencias en las asignaturas del grado en Información y Documentación

	Nº de asignaturas
E10. Elaboración y difusión de la información	4
E01. Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de la información	3
E04. Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información	3
E08. Organización y almacenamiento de la información	3
E02. Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación	2
E07. Análisis y representación de la información	2
E21. Técnicas de diagnóstico y evaluación	2
E03. Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional e internacional de la gestión de la información	2
E09. Búsqueda y recuperación de información	1
E11. Tecnologías de la información: informática	1
E13. Técnicas de producción y edición	1
E14. Técnicas de gestión administrativa	1
E15. Técnicas de marketing	1
E18. Técnicas de gestión microeconómica	1
E22. Técnicas de gestión de recursos humanos	1

Tabla 3. Presencia de las competencias en las asignaturas de Formación Básica del grado en Información y Documentación

	Nº de asignaturas
E08. Organización y almacenamiento de la información	5
E02. Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación	4
E07. Análisis y representación de la información	4
E21. Técnicas de diagnóstico y evaluación	4
E05. Gestión de colecciones y fondos	4
E10. Elaboración y difusión de la información	3
E04. Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información	3
E01. Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de la información	3
E09. Búsqueda y recuperación de información	2
E20. Técnicas de planificación y gestión de proyectos	2
E03. Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional e internacional de la gestión de la información	1
E11. Tecnologías de la información: informática	1
E13. Técnicas de producción y edición	1
E06. Preservación, conservación y tratamiento físico de documentos	1
E17. Técnicas de adquisición	1
E19. Técnicas de instalación, acondicionamiento y equipamiento	1

Tabla 4. Presencia de las competencias en las asignaturas Obligatorias del grado en Información y Documentación

	Nº de asignaturas
E02. Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación	6
E04. Identificación, autenticación y evaluación de fuentes y recursos de información	6
E10. Elaboración y difusión de la información	6
E05. Gestión de colecciones y fondos	4
E06. Preservación, conservación y tratamiento físico de documentos	4
E07. Análisis y representación de la información	4
E08. Organización y almacenamiento de la información	4
E03. Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional e internacional de la gestión de la información	3
E09. Búsqueda y recuperación de información	3
E20. Técnicas de planificación y gestión de proyectos	3
E21. Técnicas de diagnóstico y evaluación	2
E01. Interacción con los productores, los usuarios y los clientes de la información	1
E11. Tecnologías de la información: informática	1
E13. Técnicas de producción y edición	1
E23. Técnicas de formación	1

Tabla 5. Presencia de las competencias en las asignaturas Optativas del grado en Información y Documentación

4.3. Análisis de las competencias por cursos

En el análisis por cursos (Gráfico 2), destaca que solo 8 competencias (poco más del 1/3 del total) aparecen en todos los cursos. Las competencias E01, E04, E05, E07, E08, E10 y E21 están representadas en materias troncales que en la propuesta del Libro Blanco están cubiertas, al menos, por 48 créditos obligatorios, lo que puede explicar su presencia en los 4 cursos del grado. La competencia E02 aparece en la propuesta del Libro Blanco solo en 12 créditos obligatorios, y aunque se adquiere sobre todo en asignaturas optativas, al ser tan generalista muy probablemente esté sobrerrepresentada y sea un cajón de sastre de muchas asignaturas.

Sin embargo, la competencia E02 (*Conocimiento del entorno profesional de la información y la documentación*) solo está representada en la materia troncal de Documentos, unidades y sistemas de información, con una propuesta de 12 créditos, equivalentes a 2 asignaturas, y por tanto, resulta claramente insuficiente para que estas competencias puedan estar representadas en los 3 primeros cursos con asignaturas obligatorias, ya que sí hay optativas con estas competencias. Igualmente ocurre con la competencia E03 *Conocimiento del marco jurídico y administrativo de la gestión de la información*.

El número de competencias diferentes por cursos es el mismo en primero y en tercero (12), y unas pocas más en segundo y en cuarto (optativas), con 15 competencias en cada uno e ellos.

En cuarto curso, donde hay un mayor número de asignaturas (13 frente a 9 en primero y segundo, y 6 en tercer curso), se podría esperar que hubiera también un mayor número de competencias, sobre todo porque todas las asignaturas son optativas y deberían estar especializadas en aspectos concretos de la profesión y cubrir competencias muy específicas que no están representadas en asignaturas de cursos anteriores.

4.4. Ajuste de las competencias al *Libro Blanco*

En la siguiente tabla se compara el grado de adecuación de la presencia de competencias medido en número de créditos en las asignaturas del grado de la universidad de Zaragoza y la propuesta de contenidos comunes obligatorios realizada en el *Libro Blanco*. Teniendo en cuenta solo las asignaturas de formación básica y obligatorias (FB + Obl.), se observa que hay un grado de correspondencia muy alto en las competencias de *Organización y almacenamiento de la información*, *Análisis y representación de la información*, e *Interacción con los productores, usuarios y clientes de la información*.

La competencia *Conocimiento del entorno profesional de la información y documentación* está mucho más

	LB	Grado univ. de Zaragoza		
	Obl.	FB + Obl	Optati.	Total
E21. Técnicas de diagnóstico y evaluación	90	42	12	54
E10. Elaboración y difusión de la información	66	42	36	78
E09. Búsqueda y recuperación de información	66	21	18	39
E11. Tecnologías de la información: informática	60	12	6	18
E05. Gestión de colecciones y fondos	54	33	24	57
E08. Organización y almacenamiento de la información	54	54	24	78
E07. Análisis y representación de la información	54	45	24	69
E04. Identificación, autenticación y evaluación de fuentes	48	39	36	75
E01. Interacción con los productores, los usuarios y los clientes..	48	36	6	42
E06. Preservación, conservación y tratamiento físico de docs.	42	9	24	33
E20. Técnicas de planificación y gestión de proyectos	24	15	18	33
E14. Técnicas de gestión administrativa	24	6		6
E23. Técnicas de formación	24		6	6
E12. Tecnologías de la información: telecomunicaciones	24			0
E13. Técnicas de producción y edición	24	15	6	21
E15. Técnicas de marketing	24	6		6
E19. Técnicas de instalación, acondicionamiento y equipamiento	24	9		9
E22. Técnicas de gestión de recursos humanos	24	6		6
E16. Técnicas comerciales	24			0
E17. Técnicas de adquisición	24	6		6
E18. Técnicas de gestión microeconómica	24	6		6
E02. Conocimiento del entorno profesional de la información.....	12	42	36	78
E03. Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional	12	21	18	39

Tabla 6. Número de créditos dedicados a la adquisición de competencias según la propuesta de contenidos comunes obligatorios del Libro Blanco (LB) y el Grado en Información y Documentación de la universidad de Zaragoza

desarrollada que en el *Libro Blanco*, hasta en 7 asignaturas diferentes, y algo menos la competencia *Conocimiento del marco jurídico y administrativo nacional*. Que estas competencias estén mucho más desarrolladas en el grado puede estar indicando un solapamiento de contenidos en distintas asignaturas o que, en el primer caso, sea una competencia tan general y básica que es adoptada en muchas guías docentes de aquellas asignaturas en las que se introduce a la documentación.

Por otra parte, son muchas las competencias que están infrarrepresentadas, destacando sobre todo las de *Técnicas de diagnóstico y evaluación*, *Búsqueda y recuperación de la información*, *Tecnologías de la información*, y *Preservación, conservación y tratamiento físico de documentos*, que no llegan a la propuesta del *Libro Blanco* ni sumando los créditos de las asignaturas optativas en las que se imparten. Estas competencias se consideran de especial importancia en los distintos perfiles de los

graduados en información y documentación por lo que se hace necesario averiguar las causas del bajo desarrollo de estas competencias, bien por falta de contenidos adecuados en asignaturas o por una deficiente identificación de competencias en las guías docentes.

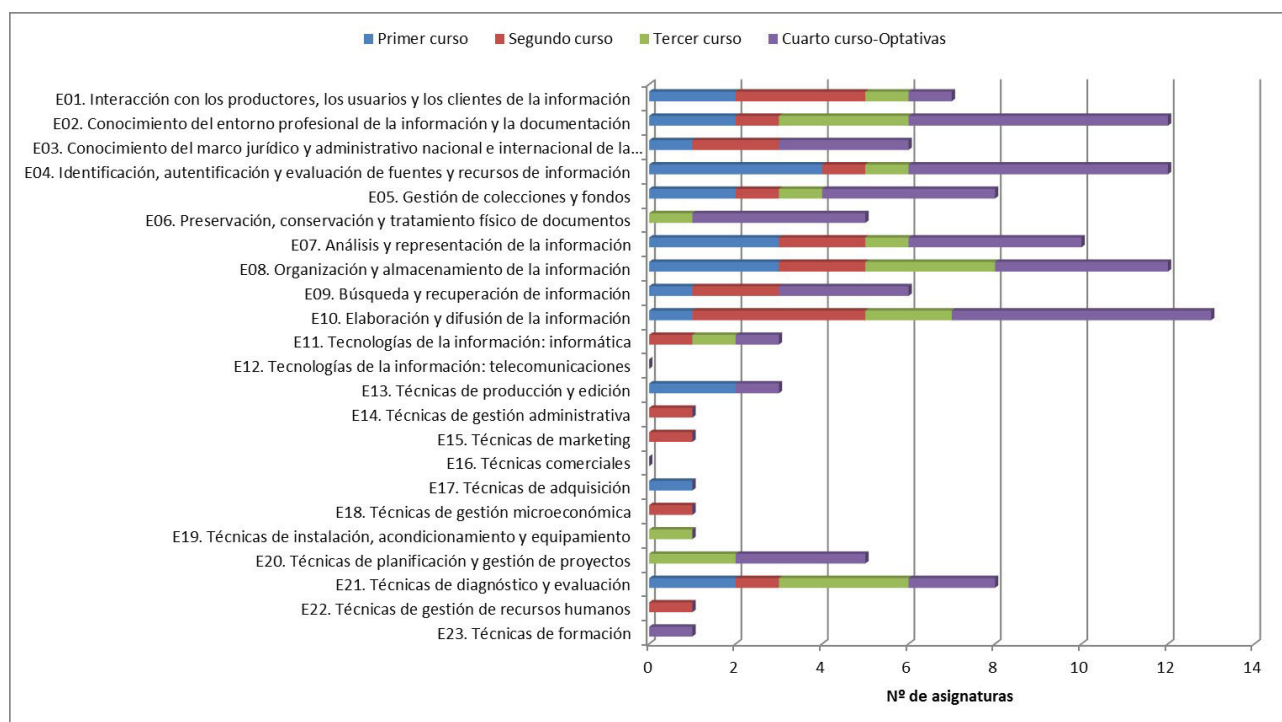


Gráfico 2. Distribución de las competencias por cursos

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis de las competencias permiten, de manera global, mejorar la calidad del grado, y de manera específica, poner en marcha medidas correctoras que palien los déficits observados.

En general, las guías docentes del Grado en Información y Documentación de la Universidad de Zaragoza contienen información de gran interés y utilidad para los alumnos, lo más completa y exacta posible. Un apartado esencial es el que ofrece información sobre las competencias que adquiere el alumno en cada una de las asignaturas de la titulación, por ello es de capital importancia que las competencias estén descritas de manera adecuada y normalizada, y que estén todas las que son y sean todas las que estén.

En el grado en Información y Documentación de la Universidad de Zaragoza, se observan 2 competencias ausentes: *Tecnologías de la información: Telecomunicaciones* y *Técnicas comerciales*.

La primera de ellas es una competencia necesaria e importante en trabajos relacionados con perfiles profesionales actuales como la gestión de contenidos. Por ello es necesario revisar los programas

de las guías docentes de asignaturas obligatorias que deberían cubrir esta competencia y hacerla explícita, pues dado el carácter instrumental y transversal de esta competencia, podría ser en realidad una omisión, más que una carencia real. En cualquier caso, es necesario revisar la incorporación de esta competencia en las guías docentes y si fuera necesario, activar asignaturas optativas como Sistemas, redes y consorcios de bibliotecas, o Técnicas informáticas de soporte para productos y servicios documental, que proporcionan una formación importante para el profesional de la Información y Documentación.

Sobre la competencia *Técnicas comerciales* es necesario reflexionar acerca de si realmente es necesaria en perfiles laborales de Información y Documentación y, si es así, incluirlas en contenidos de alguna asignatura obligatoria como puede ser la de Dirección de unidades de información o Planificación y evaluación de unidades de información, o bien activar la asignatura optativa donde puede tener cabida como es la de Gestión de recursos en unidades de información.

Las competencias recogidas en el *Libro Blanco*, a excepción de las dos competencias señaladas anteriormente, están implantadas y se desarrollan en las asignaturas del grado de la universidad de Zaragoza, si bien el grado de adecuación o representación es inadecuado. Es necesario llevar a cabo otro estudio complementario a este que permita averiguar las causas, que pueden deberse a una deficiente identificación de las competencias en las guías docentes (es decir, que se desarrollan competencias que no están señaladas en las guías) o bien a que faltan contenidos que permitan a los estudiantes adquirir de una manera más completa las competencias, lo que inevitablemente llevaría a modificar los programas de algunas asignaturas al tratarse de competencias desarrolladas en contenidos obligatorios.

Se considera necesario reforzar aquellas competencias con menos presencia activando asignaturas optativas e incluso reformando el plan de estudios fusionando las dos asignaturas de Instituciones españolas y europeas, de formación básica como Historia de las instituciones españolas hasta el siglo XX, sin competencias específicas en la titulación, y liberar créditos que podrían utilizarse para desarrollar otras asignaturas con competencias más necesarias.

La mayoría de las competencias estudiadas se adecuan a los perfiles de trabajo de los profesionales de la Información, en servicios y sistemas de información, archivos, bibliotecas y centros de documentación. No obstante, transcurrida más de una década desde la publicación del *Libro Blanco* de la titulación, resulta ineludible proceder a actualizar y adaptar sus directrices a los entornos profesionales actuales.

6. Referencias

Abadal Falgueras, E. (2013). La Biblioteconomía y la Documentación en la universidad española de principios del siglo XXI. *Nuovi Annali della Scuola Speciale per archivisti e bibliotecari*, 27, 211-228.

Agustín Lacruz, M.^a C. (coord.) (2008). *Diseño curricular y guías docentes ECTS: desde la Diplomatura de Biblioteconomía y Documentación hasta el Grado en Información y Documentación*. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza.

Agustín Lacruz, M.^a C., Gómez Díaz, R. & Salvador Oliván, J. A. (2013). Competencias para el análisis, la representación, la organización y la recuperación de la información en los Grados de Información y Documentación en España. En F. Ribeiro & E. Cerveira (org.), *Informação e/ou conhecimento: as duas faces de Jano. Atas del I Congreso ISKO Espanha e Portugal - XI Congreso ISKO España* (pp. 35-48). Porto: Cetac.Media.

Alonso, L. E.; Fernández Rodríguez, C. J. & Nyssen, J. M. (2009). *El debate sobre las competencias: una investigación cualitativa en torno a la educación superior y el mercado de trabajo en España*. Madrid: ANECA. Recuperado el 9 de julio de 2015 de http://www.aneca.es/media/148145/publi_competencias_090303.pdf.

ANECA (2004). *Título de Grado en Información y Documentación*. Madrid: Aneca. Recuperado el 22 de mayo de 2015 de http://www.aneca.es/media/150424/libroblanco_jun05_documentacion.pdf.

Cortés Montalvo, J. A. (2012). La competencia comunicativa en la formación universitaria. En C. Marta Lazo, M.^a C. Agustín Lacruz & I. Ubieto Artur (coords.), *Competencias interdisciplinares para la comunicación y la información en la sociedad digital* (pp. 47-72). Madrid: Icono14.

EUROPEAN UNIVERSITY ASSOCIATION (2015). *EUA Antwerp Declaration. A strategic agenda for universities: Developing strong institutions to advance the knowledge-based society*. Recuperado el 10 de julio 2015 de http://www.eua.be/Libraries/Project_logos_images/Antwerp_Declaration_21_05_2015_final.sflb.ashx.

Krüger, K. (2006). El concepto de 'Sociedad del Conocimiento'. *BIBLIO 3W: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 11(683). Recuperado el 1 de julio 2015 de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-683.htm>.

Mora, J. G. (2011). *Formando en competencias: ¿un nuevo paradigma?* Barcelona: Fundación CYD. Colección documentos CYD 15/2011. Recuperado el 1 de julio 2015 de <http://www.fundacioncyd.org/images/documentosCyd/CYD15.pdf>.

Paricio Royo, J. (2010). *Un modelo de guía docente desde los resultados de aprendizaje y su evaluación*. Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación. Documentos de referencia para la calidad docente. Recuperado el 6 de julio 2015 de <http://www.unizar.es/ice/images/stories/calidad/Modelo%20gu%C3%ADa%20docente.pdf>.

Understanding the barriers to virtual student placements in the Semester of Code

Comprendiendo las barreras para el desarrollo de las prácticas virtuales de los estudiantes en el Semester of Code

Francisco J. García-Peñalvo¹, David Griffiths², Juan Cruz-Benito¹, Edwin Veenendaal³, Achilleas Achilleos⁴, Scott Wilson⁵, Georgia Kapitsaki⁴

¹ GRIAL Research Group, Computer Science Department, Research Institute for Educational Sciences, University of Salamanca, Salamanca 37008, Spain (e-mail: fgarcia@usal.es, juanpcb@usal.es)

² University of Bolton, Bolton BL3 5AB, United Kingdom (e-mail: d.e.griffiths@bolton.ac.uk)

³ Edwin Veenendaal. Raycom B.V. 3514 AZ Utrecht, The Netherlands (e-mail: edwin@raycom.com)

⁴ Department of Computer Science School of Pure and Applied Sciences University of Cyprus, 2109 Aglantzia, CYPRUS, Nicosia CYPRUS (e-mail: achilleas@cs.ucy.ac.cy, gkapi@cs.ucy.ac.cy)

⁵ Scott Wilson. OSS Watch Oxford University, Oxford OX2 6NN, United Kingdom (e-mail: scott.wilson@it.ox.ac.uk)

Abstract

The Semester of Code initiative organised virtual placements for university students around Europe, working on authentic business problems using open source software. The project was welcomed by stakeholders, and many companies and open source foundations became involved. However, the response from students was disappointing. In this paper we examine the reasons for this, discussing the results of the evaluation work carried out. Finally, we consider the implications of our work for student placements and the Knowledge Alliance European Union programme.

Resumen

La iniciativa *Semester of Code* organiza prácticas virtuales para estudiantes universitarios de toda Europa, trabajando en problemas reales de empresas que emplean *software* de código abierto en sus procesos de negocio. El proyecto fue bienvenido por todos actores involucrados, entre los que se encuentran varias empresas y fundaciones relacionadas con el *software* libre. Sin embargo, la respuesta por parte de los estudiantes fue menor de lo esperado. En este artículo se examinan las razones de ello, se discuten los resultados de la evaluación que se ha llevado a cabo. Finalmente, se reflexiona sobre las implicaciones del trabajo realizado para las prácticas en empresas de los estudiantes y el Programa *Knowledge Alliance* de la Unión Europea.

Keywords

Semester of Code; Virtual placements management; VALS project; Evaluation.

Palabras clave

Semester of Code; Gestión de prácticas virtuales; Proyecto VALS; Evaluación.

1. Introduction

The VALS project was conceived to bridge the gulf in knowledge and skills between university students and the software industry which they hope to be employed. The vehicle for achieving this was the Knowledge Alliance programme of the European Commission. The proposition which informed project was set out in the project plan (García-Peñalvo et al., 2013), and is described in (García-Peñalvo & Cruz-Benito, 2016; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Conde, & Griffiths, 2014, 2015; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, & Achilleos, 2015, 2016; García-Peñalvo, Cruz-Benito, Griffiths, et al., 2014). The approach is based on the following observations.

- 1) **There is a need to develop practice in virtual placements.** European higher education students need to be better prepared for the workplaces where they will earn their living, while businesses need more capable employees (García-Peñalvo, 2015, 2016). Physical placements of students in businesses depends on a network of local connections, the location of placements is restricted by the high costs of relocation and living expenses at any significant distance from the home institution. Virtual placements can overcome these limitations.
- 2) **Existing practice with technology favours the development of virtual placements.** Much of the European economy is now mediated by online communications (García-Peñalvo, 2011), and the solutions to many business problems involve the development of code. Consequently, there is an opportunity for HE and businesses to collaborate around technology projects. More specifically, open source software (OSS) is an enabling technology. It can provide a shared infrastructure: it is accessible to students, and businesses are not constrained by intellectual property or commercial interests, which prevent them engaging with educational placements. OSS also has well established collaborative practice within which authentic business tasks are shared remotely, and beyond the confines of an individual organisation. Moreover, OSS foundations are hubs, which channel the operational challenges of their users through to the people who can solve them.
- 3) **VALS proposed that universities, companies and foundations could all meet important goals through collaboration on open source development, but that this opportunity had not been taken because of the lack of support for managing and promoting collaboration across the two sectors.** Consequently, VALS set out to provide the methods, practice, documentation and infrastructure to unlock this potential, and to pilot this as the “Semester of Code”, echoing the successful Google “Summer of Code”. In this paper we refer to Google Summer of Code as 'GSoC', and to Semester of Code as 'SoC'.

The purpose of this paper is to consider the experience of the VALS project as a whole, and to draw conclusions which we believe are relevant and useful to other Knowledge Alliance projects, and to the wider communities involved in linking education and software development. In brief, the project found that there was:

- An enthusiastic response from the companies.
- Varied responses from Universities.
- A very limited response from students.

In this paper we offer a reflection on project activity, with consideration not only of the project outcomes, but also on what these imply for work placement programmes, and the preparation of students for the workplace.

The paper is directed at three types of reader:

1. Those interested in the relationship between education and technological development in the wider society, with a particular focus on open source software.
2. Those involved in Knowledge alliances (funders, managers, project workers, and participants). We believe that the VALS project has uncovered valuable perspectives on the relationship between educational institutions and their students, and work placements.
3. University managers and lecturers. The VALS project raises important questions for higher education about the preparation of students for the world of work.

2. Building support for managing and promoting collaboration

The description of work in the project plan set out in detail what should be done to achieve the project goals, and all actions specified were carried out. A workflow was developed to manage the placements, and guidance was produced for the different categories of participants (foundations, companies, universities, students). Dissemination activities were carried out to promote the programme, and coordination carried out between the various actors.

One important practical problem required a substantial change to the approach taken. It had been planned to use the open source Melange application, developed by Google to run the Summer of Code, but it proved impossible to deploy the system for VALS. Clearly Melange works as an internally deployed Google Summer of Code platform, but for third parties it suffered (in our experience) from

- a) lack of a coherent policy for the public release of stable code;
- b) development practice which is based on undocumented updates to the live code, which are only

reflected in the code base in an ad hoc and retrospective manner.

The fact that the code only runs on Google's web application hosting platform makes it harder to deal with these issues as that platform can be considered as a black box. The project was left with no alternative but to develop its own virtual placement system (VPS), which was successfully achieved, as described in D3.1. and D3.2 project deliverables. For a discussion of the rationale for this decision, see (García-Peñalvo, Cruz-Benito, Conde, et al., 2015).

This decision to build our own VPS was justified at the close of the project by the news that Google had discontinued all work on Melange (Taylor, 2016), was archiving the Melange Web site, and moving Google Summer of Code activities to other websites.

The SoC was launched in August 2014, and extensive dissemination work was carried out. The results were as follows:

- **Companies and foundations registered at the platform in more than sufficient numbers.** They registered themselves at a mailing list, received a registration code (so that we knew only serious participants entered) to register themselves. In total 64 organisations inserted 238 projects.
- **Plenty of dissemination, but the universities were lukewarm.** As a start the Semester of Code was promoted in the universities that were part of the project: University of Cyprus, Salamanca and Università di Udine. In late autumn 2014 the list of universities was extended to include: Paris (France), Venice (Italy), Universitat Politècnica de Catalunya (Spain), León (Spain), Frederick University, Open University of Cyprus, University of Nicosia (Cyprus), University of Bolton (UK), University of Oxford (UK) and the University of Belgrado (Serbia).
- **Very limited response from students.** We had 33 students registered and 11 students that submitted one or more proposals from which 7 were accepted and completed. We then extended the project to run a new instance from February on. We had the consent from the mentors and organisation administrators to reuse their project ideas again as only 7 were really carried out (out of 238). This second instance had a superset of the first set of students minus the students who had an accepted proposal. With that in mind we started with 59 students from which 21 new students submitted a proposal and the 4 students from the first instance were transferred. From these 25 proposals 10 were accepted, 2 rejected and 7 never rejected nor accepted. The others were never submitted.

This level of take-up among students was substantially lower than the project had hoped for, and was a puzzle to the project team. The partners thought that this the Semester of Code was a good idea, and the proposal evaluators of the European Commission agreed. When we presented the project proposal, the audiences were generally positive about the idea, and seemed to think that it could be

successful. In informal discussions the usual response was “What a great idea!”. But when it came to actually submitting projects, there were few to be seen. The problem addressed this paper, therefore, is to understand the ways in which our circumstances differed from more successful applications of the underlying approach, and to draw out the implications of this insight for knowledge alliances, and for education as a whole.

3. Evaluation

The SoC is a complex process, involving a three groups of actors, students, mentors and academics. These groups three were involved in new types of interactions, in many cases with people they had never met before, and they had no reason to consider the efforts of the project to promote and facilitate the SoC process, or the consequences of those efforts. The only people who were aware of the whole process of SoC were the project staff, and it is therefore to them that we look for theories about the dynamics which led to the results. These theories were developed in a whole day focus-group involving members of the project team, with follow up activities to expand on and interpret the information that had been gathered. These theories about dynamics of the project, if they are to be convincing, need to be tied to the experience of the participants in the project. Consequently, we also carried out an evaluation process with 80 respondents who were in one way or another involved in the SoC. In this paper we bring together these two lines of evaluation work, contrast them with the results of the project, and draw conclusions. We first consider the questionnaires.

3.1 Questionnaire

Three questionnaires were developed, for students, mentors and academic supervisors, and were implemented and delivered using the Google Forms platform. The details of the questionnaires and the results of the analysis are available in the VALS evaluation report (García-Peñalvo, Griffiths, et al., 2015). In this paper we highlight some of the results which are most relevant to understanding the differing enthusiasm for placements between students, supervisors and mentors.

The students were consulted in two phases. The first questionnaire examined engagement with the SoC, views of the placements on offer, and the experience of developing a proposal for participation. This questionnaire was made available in presentations about the SoC across the Universities involved in programme, and during the process of applying for virtual placements. 50 responses were received in this phase. The second phase was directed towards those students who had participated in one of the seventeen completed placements, with the aim of understanding their experience of the placement process and its outcomes. There were 12 responses to this questionnaire from a

population of 17.

The mentors and academic supervisors were consulted in a single phase process in order to gather the perspectives of these two key groups of actors. The questionnaire to mentors received 13 responses, and the questionnaire to academic supervisors received 14 responses, both out of a population of 17.

A total of 89 responses was received to all the questionnaires.

3.2 Student pre-placement results

The student pre-placement questionnaire showed that of the students surveyed 40% had visited the website, 14% had taken the step of registering, but only, 4% (i.e. two respondents) had taken this forward to making a proposal. Both of these two proposals were accepted by mentors. If this rate of response were extrapolated to the 17 placements made, then this would mean that presentations to 25 students were required to obtain a single placement, and 425 presentations to achieve the 17 placements which resulted from the SoC programme. However, it should be remembered that the respondents who made the effort to answer this questionnaire were likely to be more favourably disposed to collaborate with the project than those who did not respond. These figures therefore indicate a lower limit, and the actual required rate of engagement is in all probability substantially higher. Be this as it may, these results show that the problems experienced by the project in obtaining commitment to a project were not due to a failure to present the project to potential applicants.

Those students who did not apply for a placement were asked why they had not done this. They were offered a choice of 10 explanations, plus the option to add their own explanations. Respondents could provide more than one explanation, and thus there is a total of 79 responses from the 44 students who answered this question. The students' own explanations are indicated as '*Other*' in Table 1. In the table the explanations have been grouped in order to identify the key themes in the students' responses.

Explanations given by students for non-participation	
Lack of time (47 responses)	
Too little time for applying	20
Inconvenient timeframe for project execution	12
<i>Other</i> : I don't have enough time	3
<i>Other</i> : Tied up with studies	1
<i>Other</i> : Interested in a near future, not now	1
<i>Other</i> : Interested on doing it but not yet. I will ask in a future application period	1
Shortcomings in communication (14 responses)	
Insufficient details on Semester of Code	10

Lackluster presentation by members of your institution	2
Lack of commitment from local advisors	1
<i>Other</i> : Waiting for a professor to help with a proposal	1
Lack of confidence (12 responses)	
Concerns about communicating in English	5
Concerns about projects' difficulty	4
Concerns about distance work	3
Lack of motivation (10 responses)	
Lack of monetary compensation	6
Not interested in doing a company placement	4
Personal circumstances (3 responses)	
<i>Other</i> : Already had a project in mind	1
<i>Other</i> : I am not supposed to do a project yet	1
<i>Other</i> : I am still 1 year away from the degree project. I cannot apply	1
No clear answer (2 responses)	
<i>Other</i> : I don't have clear ideas about that	1
<i>Other</i> : I didn't know	1
Total number of responses	79

Table 1. Explanations given by students for non-participation in SoC

By far the most frequent explanation is that there is lack of time for carrying out a placement (47 responses, more than half of the total of 79). Given that there were 44 respondents, it seems that the great majority of respondents identified this as a problem. This was followed by 'shortcomings in communication' (14 responses), lack of confidence (12 responses), and lack of motivation (10 responses). We will return to these themes in our later discussion.

3.3 Student post-placement results

Seventeen students who had participated in placements were included in this phase, and 12 responses were received. The students were asked to rate their experience on a five point Likert scale from 'very bad (1)' to 'very good (5)'. They mostly reported a good general experience (mode = 4), and a very good experience with their mentors and academic supervisors (mode = 5 in both cases), and would also recommend their host organisations for future placements. Students also felt that there was a good relationship between their university studies and their placement (mode = 5). Students were less clear on the relevance of the placement in planning their future careers (split mode = 3 / 5), and on the help which the placement would provide in finding a job (mode = 3).

These results show that the placements were largely appropriate for most students, and that, at least

for those students who progressed to a placement, the SoC approach to placements is viable. However, 5 students failed to complete their placements. Three explained that this was due to shortage of time

- The time and communication between the tutor and I
- I had no time to develop it
- It's not completed but in progress, due to personal issues the development of the assignment was delayed for several months.

Two others ascribed their difficulties to lack of knowledge about the technical aspects, and in one case also to lack of support from their academic supervisor.

Ten respondents described their learning goals during their placement, almost entirely identifying technical issues. Only one participant mentioned the kind of learning that can only be obtained on a placement: "Working on an already functioning product, integrating new functions on an existing architecture". The need to learn new technical skills calls into question the high ratings for the alignment between university studies and the requirements, mentioned above, and suggests that only the most confident of students would be willing to put themselves forward if they realised in advance this need. On the other hand, when asked what they had in fact taken away with them from the project, seven of the eight who answered the question mentioned some aspect of collaboration, open source communities, and project management. Thus, those students who were able to take on challenging technical tasks did experience a benefit beyond those specific tasks.

3.4 Mentors

The students were happy with the mentors: of the twelve 6 gave the mentor the maximum score, and none the lowest score). Among the mentors however, four rated their experience of the students as 'bad' and three as very bad, although 6 were rated as 'very good'. Given that five projects were not completed at the time of data collection this result is not surprising. Nevertheless, it indicates the kind of judgement which students might be reluctant to voluntarily submit themselves. However, the mentors were more positive than negative in response to all questions about students, in all areas, including task management, communication skills, responsibility, adaptability, creativity, personal involvement, motivation. receptiveness to criticism, punctuality and relationship with the work environment. There is therefore not a significant mismatch between students' capabilities and the demands of the placement.

The mentors identified a number of issues with the organisation of the SoC programme. One noted the lack of a company or organisation backing up the programme (other than the project coordinators). Some commented on the unclear deadlines which resulted from the looser arrangements in the

second phase of the programme. Two mentioned shortcomings in the Virtual Placement System interface. However, 12 out of 13 respondents said that they enjoyed the experience of mentoring, and 9 said that they would participate again, so these problems were clearly not severe.

The mentors made suggestions for improving the SoC. Of the eleven suggestions, six suggested making payment to students to increase their motivation. The remaining suggestions requested a tighter schedule and/or greater clarity in the communications between the SoC programme and the mentors.

3.5 Academic supervisors

Like the mentors, the academic supervisors (hereafter 'supervisors') rated the students as being positive in all categories. The positive view was, however, substantially stronger than that shown by the mentors, with only one student rated "very bad" in one category (punctuality). All supervisors enjoyed taking part, and would repeat their participation, again showing themselves to be more satisfied than the mentors. These results again suggest that the placement environment is a harsher test of student's abilities and performance than is academia. If students are aware of this, it may well discourage them from participation in SoC placements.

The problems experienced by the supervisors were primarily related to the complications of making agreements with institutions (eight of thirteen comments). Four comments related to the difficulty of contacting mentors, and one concerned the features of the VPS.

In describing what they had learned, seven of twelve responses chose the statement "Administrative processes in the universities are very strict, especially regarding schedules, and are not shared by all the universities all over Europe. Schedules and workload in companies are not always compatible with universities ones and students' planning". One supervisor chose the related "Schedules and workload in companies are not always compatible with universities ones and students' planning".

The improvements to the SoC process are aligned with these comments. In eight of thirteen responses supervisors chose options requesting greater flexibility in the establishment and execution of student projects, while three requested greater alignments with university curricula and processes. This is a strong indication that the rigidity of academic processes is a barrier to the SoC approach.

In explaining non-completion, three of the seven comments focused on lack of responsiveness from mentors, two on student performance, and two on personal circumstances. Supervisors made very similar comments on the problems experienced by students.

4. Focus group

A focus group of project participants undertook an analysis of the factors and mechanisms related to the outcomes of the project, both those favouring the project and those militating against its success. The factors were gathered from ten project staff at an all-day workshop, and transcribed into a spreadsheet with the following attributes:

- Topic / grouping (free text: identification of explanatory factors).
- Level of analysis (fixed values: basic observation, interpretation, recommendation).
- Difficulty (fixed values: easy, hard, intractable).
- Locus (fixed values: Student, University, Business, Commission, Society).
- Theme (free text).

The result was a collection of 73 items, Subsequently the evaluation team went through the collected texts, and after two iterations of analysis categorised them into the following categories:

- Responsibility and autonomy.
- Self-confidence.
- Students need for guidance.
- Process and communication.
- Curriculum.

We now discuss these in turn, synthesising the items in each category. The results do not constitute a characterisation of the institutions involved, but rather seek to capture the theorising about the success and failure of SoC of a group of people who had worked with their colleagues to promote the SoC for two years.

4.1 Responsibility and autonomy

4.1.1. Analysis

In many ways virtual placements are more demanding than face-to-face ones.

- When undertaking virtual placements students need to be able to operate more independently than in face-to-face placements, and need a stronger personal commitment because there is nobody to remind them or complain if they do not carry out their tasks.
- In virtual placements the only activity is to carry out a real task with real code. There is no tea making or photocopying. In a face-to-face placement, on the other hand, there are many introductory

tasks that can be given, with no real responsibility or professional development.

- Face-to-face placements are often set up a year in advance, requiring that the tasks are to some extent set aside from the main flow of work in the company. Part of the benefit to the company may lie in the opportunity to get a close knowledge of a potential employee. In SoC, on the other hand, it is expected that the task to be undertaken will be one that the company genuinely wants to have done (although not necessarily a critical one).
- In SoC placements there is a good chance that students will be working for leading technology companies or foundations, while in local placements this is less usual.

The demanding nature of virtual placements is not in itself a drawback, as the independence which they require is a reflection of the professional reality which many students will meet when leaving university. The challenge which virtual placements represent does, however, reveal any shortfall in a student's capability, motivation and self-confidence more starkly than a face-to-face placement. Similarly, the personal and professional skills involved in planning and completing the work are put to the test more rigorously in virtual placements. The SoC initiative is not of a sufficient scale to draw conclusions about the whole of the European Higher Education area. Nevertheless, the consensus drawn from conversations with lecturers and in project meetings is that Universities have increasingly come to adopt the methods of schooling, providing programs that do not stimulate autonomy as much as they may have done in the past (with the potential for drop-out and failure that this autonomy brings with it).

4.1.2 Recommendations

It seems that students require more support in the virtual placement process than the VALS project foresaw. This is strongly related to the 'guidance' theme which we discuss below. Lecturers could prepare students by spending a lecture on what to expect both in terms of expectation/communication and tooling. Additional support could be provided for the writing of a proposal by providing templates or good examples. However, such examples constitute a pedagogic intervention as well as a support, and can only to a limited extent can this need be covered by the SoC Association. More generally, the experience of SoC indicates the need for universities to focus explicitly on the development of professional responsibility and autonomy, and to address the question of whether the increasing element of schooling in HE is restricting the ability of students to acquire these capabilities.

4.2 Self confidence

4.2.1 Analysis

The experience of tutors, passed on to project staff is that many students did not want to participate in SoC because they did not feel confident that they would be able to perform the tasks satisfactorily. This was also a theme in the results of the pre-placement questionnaire, although by some distance less significant than the lack of time. One might, moreover, wonder whether students a reluctance to admit to a lack of confidence may have reduced this score. For some students this was in part a matter of technical expertise and experience of real-world development. In some countries, however, a perceived lack of linguistic skills in English was a common barrier. They were concerned that they would not fully understand the mentor or the community, and that they would not have the vocabulary that they would need to express themselves clearly. In some countries, for example in Spain, the general level of English among students is so low that there is no stigma attached to using this as an excuse for not participating in SoC. In Germany or Holland, for example, the situation is quite different.

As we discussed in the section on the Curriculum, this problem is much more evident in virtual placements than in face-to-face placements, as in the latter the social aspects of the workplace can cover up any underlying difficulties.

4.2.2 Recommendations

The solution to the problem of self-confidence lies beyond the scope of the SoC. The experience of running the SoC, however, does clearly show that the level of confidence which students have in their ability to carry out the professional tasks for which they are training leaves much to be desired. We encourage universities to pay greater attention to developing students' confidence in their ability to develop and submit proposals, as discussed in the section on Curriculum. We note that that the lack of a good working knowledge of English which we have found in a number of contexts is a severe barrier to both virtual placements and professional practice, and universities should take this issue seriously.

4.3 Students need for guidance

4.3.1 Analysis

The SoC offers little help with the complexity of managing the different student abilities and attitudes on the one hand and project requirements on the other. In this SoC is following the example of GSoC, but our evaluation and experience suggests that this raises serious problems. GSoC has achieved the critical mass which is needed for their approach to work. This enables GSoC to resolve the complexity of matching by having large numbers on both sides: there are a lot of projects to choose from, and a

large number of competing proposals many of which get rejected in the end. In Google Summer of Code there may be so many students that organisations can filter the proposals. In SoC, in contrast, where there tended to be only one proposal for a project, then mentors tend to accept that proposal, and there were only two rejections in the pilots.

However, there is an underlying difference between GSoC and SoC. Google can adopt their position with regard to students, partly because they have no responsibility for the students' future, and partly because GSoC carries no academic credit and so rejection of a project has no consequences to students other than a bruised ego. They are, after all, organising a competition with a monetary reward, and their position follows the practice of a competition. The situation is different for universities, which do have responsibilities to students, and have an interest in their longer term future (both for ethical reasons, and in order to improve the institution's reputation). A failed project will have some impact on the student's performance. Although this can be minimised by alternative assessment processes, universities cannot allow students to fail too much. This places a much greater importance in SoC to the matching students to suitable projects, so that they do not fail. In any event, in practical terms SoC cannot take a filtration approach to the selection of projects, because the numbers of proposals have not been sufficiently large.

In view of these considerations, the choice of project by a student in SoC is more significant than it is in GSoC. However, feedback from tutors and students, and the results of evaluation, indicate that students are often unsure if they will be able to carry out the projects. In this situation, they do not have anyone to advise them. There is functionality in the SoC VPS which enables lecturers and tutors to filter the projects and mark projects as being suitable for their students. However, this functionality was not used, because supervisors do not have detailed knowledge of the projects available, and may not have been active in the OSS world for some time. Nor, in many cases, do universities have a clear picture of the capabilities of their students, beyond the limits of their performance in tests. They are therefore not in a position to make recommendations. In the evaluation 10 respondents out of 50 commented that there were insufficient details on Semester of Code for them to take their decision. It is true that the quality of the descriptions varies (as it does in GSoC) but we believe that the underlying problem is not that descriptions could be improved, but rather that the students have no other guidance available.

4.3.2 Recommendations

The circumstances of students, their capabilities and concerns vary enormously between institutions and across Europe. It is therefore not practicable for the SoC Association to attempt to provide guidance in matching students and projects, or to seek to address their specific difficulties in carrying

out placements. The general guidance materials about the SoC can of course be revised, and this should be done on a regular basis. But this does not address the key problem of matching students to projects. It would be valuable for SoC to support the writing of clear project descriptions through editing, and by considering a revision of the template. However, the Association holds no leverage over mentors, and so cannot make demands. Participating HE institutions should also be alerted that some engagement of academic staff in the project matching process is highly desirable.

Because the problem of guiding students in finding projects is inevitably local, there is no way of avoiding the need for the education institution to take on some responsibility. We believe that in all placements it is necessary for university staff to have a close engagement with the domain in which students will be working, and for staff to have a better understanding of their own students. The exigencies of virtual placements make this clearer than face-to-face placements. To address this need, there is a need for engagement between OSS foundations and companies and the university, so that universities and students understand what is required for contributing to code, and organisations have confidence in contributors (and in particular contributors from a specific institution). University research groups or departments should be encouraged to take on a role in specific open source projects, and create an open source culture. It would also be valuable to involve student organisations in promoting participation in open source projects. These measures would provide tutors with the knowledge necessary to judge projects and students, and to help in recommendations. In the longer term a relationship could be built up between departments and particular foundations, which would greatly facilitate the process. Successful examples of this approach are Oregon State University Open Source Lab (Casson & Hawthorn, 2011) and NCSU Open Source Initiative (2014) in North Carolina State University.

4.4 Process and communication

A number of issues can be grouped together under the heading of *process and communication*.

4.4.1 Differing expectations

4.4.1.1 Analysis

Industry often requires an agile response from students making proposals, and from students who are assigned projects. This agility is often difficult to satisfy due to university inflexible schedules and enrolment procedures. The organisations hope for a response in weeks, but by the time the students are on the course it is months later. There is a period for organisations to register which could be aligned with the availability of students at some university but unfortunately the curricula of the universities

are not aligned at all. The SoC therefore finds itself trying to satisfy conflicting expectations. Because of the varying university time schedules and the need to find suitable students, we loosened the original tight time schedule in the platform in the second instance of the pilot. However, this runs the risk of frustrating project owners, who want their projects to be addressed soon after they post the description. These conflicting interests are reflected in the questionnaires, in which a number of supervisors request flexibility, while mentors request clearer deadlines.

4.4.1.2 Recommendation

It would be desirable to have a means of coordinating expectations, by means of agreement on a flexible way on the planning of a Semester of Code instance. It could be either totally open (leaving it up to the student and to the organisation when to enter) or it could have a fixed schedule of periods in which certain matchmaking processes occur. However, if the placement programme is still in the building stage, then there will not be critical mass, and if the students do not materialise at the expected date, then confidence in the programme may be undermined. To enable this coordination of expectations, we anticipated on future uses of the VPS by making it possible in the VPS to offer a project idea for a certain time. Projects can be enabled/disabled by the project owner and setting start and end dates showing the availability of a mentor for this project. To make this work, mentors are encouraged to make this period as long as possible to let the loose matching approach keep its strength.

4.4.2 Mutual commitment

4.4.2.1 Analysis

In some cases, there were difficulties in maintaining communication with industry mentors. This was particularly the case when the period between publishing the project and the receipt of a proposal was relatively long. While the results of the questionnaires indicate that the experience of supervisors and students with mentors was generally very good, some isolated problems were experienced. Over a number of months, the mentor may have moved on to other activities, or even another job, and communication may become difficult or impossible. On other occasions there may simply be a lack of full commitment from the industrial side, which the SoC has no authority to remedy. Examples of this are the occasional proposals that never got a definitive yes or no from the mentor, and the lack of a formal sign-off in the VPS for some of the projects, although they were actually finished.

4.4.2.2 Recommendation

SoC should support the process of signing of a kind of contract at the beginning of the project (after

the match is made between student and mentor and supervisor). The VPS supports this kind of contract it is not enforced. It would also be valuable to sign the project off, in the system when it is completed. This is supported in the VPS, but here also, there is no means of enforcing this. If students received their credits upon finalising this agreement in the system (beforehand and after the finish of the project) there would be a strong incentive for both students and tutors (and indirectly also for the mentor). There are three important advantages of that:

- It is easier to monitor the SoC process, and the number of finished projects, and the time the student has taken to complete them.
- The sign-off process is an ideal opportunity for undertaking evaluation

This recommendation, however, creates a link between SoC processes and academic processes which will require an increased institutional commitment to SoC.

4.4.3 Process

4.4.3.1 Analysis

The SoC Association has a substantial asset in the Virtual Placement System (VPS) developed by the project. Using the VPS, it is easy to establish an instance of the SoC, means that the association (or anyone else) can in future avoid the difficulties experienced by the VALS project with Melange. In response to requests from participants, the VPS is able to run an instance in a very flexible way, for example with a loose schedule lasting a year, or to establish and enforce a predefined time-line designed for that instance. Documentation is available for setting up a new instance, and for carrying out the relatively light load of maintenance.

In general, the process supported by the VPS has been satisfactory, but three aspects have been identified which could be improved. None of these, however, has been a major obstacle for SoC. For all three aspects the technical adjustment to the workflow is a relatively minor problem. Rather the challenge is to understand, or change, the practice of participants.

1. The VPS process assumed that bringing together students and organisations on one platform would lead to matches between participants with a need for practical experience (students) and participants with a need for a specific software task to be carried out (organisations). Experience has shown that more facilitation is needed (as discussed in the section on 'Guidance'), but that lecturers and tutors do not help their students by using the functionality already available for rating projects. The VPS provides some feedback to students and mentors on the status of projects, the number of proposals etc. and a mailing system is in place to send that information to the relevant people, but more information could be provided to support lecturers and mentors

in their guidance of students.

2. The strategy of limiting the system to the organisation of the placement, rather than also supporting the placement activity itself, appears to have been correct. The SoC strategy is that placements need to take place using the authentic systems of the particular workplace, and in no cases has this been a problem. As discussed in the 'Mutual commitment' section, there is a need to encourage users to return to the VPS once the project work has been completed, which will involve some minor changes to the system.
3. Some partners had particular needs which had to be handled in an ad hoc manner, rather than being part of the SoC process. For example, in some universities a contract has to be signed with organisations providing the projects. These additional workflow processes could be included in the VPS.

4.4.3.2 Recommendation

In all three aspects, the provision of support in the workflow only makes sense as a response to a solution identified in discussions between supervisors, mentors and institutions.

Maintenance of the VPS is a light task, and no major changes have been identified as being necessary. Nevertheless, somebody needs to have the time and money to spend time on these tasks. This person should also keep track of projects/mentors that are no longer supported/relevant. This task will fall in the first instance to the SoC Association, and some additional administrative functionality could be added to the VPS (for example making it possible to email a project without having to manually find the responsible persons address).

4.5 Curriculum

4.5.1 Analysis

International collaborations, and more specifically the SoC proposals and procedures, fit well in the culture of companies related to OSS and the communities that support it. This is borne out by the substantial response to SoC from those communities. However, from the experience of SoC, and from the response of supervisors to the questionnaire, it seems that in universities there is little culture of cross-institutional collaboration in undergraduate teaching. This applies at both national or international levels, although the extensive networks of international research activities may serve to mask this lack. Indeed, the situation may be getting worse in response to changes in the environment in which higher education operates. As Choy and Delahaye (2009) state about "Work Integrated Learning

(WIL)", successful WIL is premised on a learning partnership where the power over the curriculum and pedagogy are shared". The conditions for this sharing, are being constrained in European education, while the climate of innovation and creativity necessary for curricular innovation is under pressure. According to the focus group, a number of trends are converging which, perhaps counter-intuitively, have a chilling effects, as we now outline.

- There is increasing pressure on universities to meet the needs of industry and society, as argued by the University Alliance (Ansell, 2016). This has led in many cases to the addition of content to the curriculum, with increased pressure on time. See also the responses of students to the pre-placement questionnaire, above, which also stress the importance of this factor.
- The trend towards evidence-based educational policy (Missett & Foster, 2015) means that national governments are increasingly demanding greater evidence of effectiveness in the way that university education is carried out. Student activities in a placement are harder to document and certify than activities inside the institution.
- There is increasing monitoring and validation of courses and curricula. This makes it harder for innovative solutions to be introduced, and increasingly requires courses to specify in advance the topics of student projects. As discussed above, in the responses to the questionnaire, the principal problems identified by supervisors were related to the complications of making agreements with institutions. To resolve this,
- Universities are under pressure to achieve cost savings in delivery. The supervision of undergraduate projects is expensive when compared with whole class teaching, and coordination with external mentors adds an additional burden. Unless there is a clear institutional policy that authentic experience is essential for students, approaches such as SoC will always be vulnerable to institutional pressure.

4.5.2 Recommendations

If the environment for SoC activities is generally hostile, then it would be wise to abandon the idea that SoC is viable for HE as a whole, and to seek out pockets within the HE system which are more favourable to the SoC approach. There are some universities or institutes that do allow for practical assignments in their curriculum, and it may be that professional education institutes would offer more fertile ground. An alternative niche would be to present SoC as being only for outstanding students, perhaps entitling them to an additional mention in their academic record.

These measures, however, will do nothing to transform the evolution of the curriculum in the European education landscape, and the problems which SoC has encountered with it. We will revisit these wider problems in the following section.

5. Discussion

In the project plan the partners proposed the hypothesis that virtual placements had not been successful because they 'have not to date offered experience of an authentic business environment and business problems. We conclude that for the approach to be successful, these aspects need to be replicated in a virtual placement'. The experience of the project suggests that this hypothesis was incorrect. The question to be addressed is why this was so.

As we have argued in the introductory section, the VALS project was conscientious in carrying out the project plan, and made a large number of presentations to students (more than 600 students have known about the VALS project directly by the presentations made). The fact that the project was so successful in attracting companies and OSS foundations also indicates that the overall performance of the project was not unsatisfactory. No doubt improvements could be made were the project to be repeated, but any shortcomings are not sufficient to explain the lack of take-up among students. Moreover, the decision to develop a virtual placement system (VPS) for VALS meant that the project had complete control over the workflow for virtual placements, and could adjust this as required. The VPS worked well, and all feedback was positive on its functioning. Because of the project's development effort, we can eliminate from our consideration a possible mismatch between the concept of VALS placements and the supporting technology.

One might be led to blame the students for their lack of enthusiasm. However, the students are responding to the lead given by lecturers, who in turn are responding to the institutional pressures. Institutions are in turn responding to a wider policy environment. Project staff who presented to lecturers and students reported that while some universities saw the value in SoC and made an effort to enable the programme despite the difficulties experienced, while other institutions found the challenges created by their culture, systems and processes were too daunting to make the effort. In the light of our experience we are sadly forced to conclude that to develop the SoC beyond a niche role in Europe is not feasible in the current university climate. We now discuss some of the relevant pressures which are being experienced by universities.

5.1 Pressure to provide more content in courses

When universities are requested to show that they meet the needs of industry and society, in many cases their response has been to add curriculum content to courses. In the past, university students had greater freedom to gain experiences both within and beyond the university curriculum, but this

is increasingly difficult. The Bologna Process has brought with it many benefits, but has created substantial pressure on curricula (Huisman, Adelman, Hsieh, Shams, & Wilkins, 2012). Firstly, study periods have been shortening in many countries. In Italy, for example, the Bologna process required the education system to change from a single four/five-year degree to a two-tier system characterised by a three-year degree (first cycle, undergraduate) and an additional two-year degree (secondary cycle, master level), in effect shortening the duration of studies required for obtaining a university degree (Cappellari & Lucifora, 2008).

Similar processes have been underway in other European countries, especially Spain and Germany. Secondly the drive for mobility has had impact on curricula. The European Credit Transfer System fosters the intra-European temporary mobility, as students get their studies abroad recognized and credits accumulated abroad are considered for awarding the degree in the home institution in the home country upon return from the mobility (Nicolescu, 2014, p. 233). Nicolescu continues to comment that “the creation of an identical higher education system is ruled out”, but be this as it may, the move to exchangeable credits creates pressure on institutions to incorporate new academic content. As a consequence, universities are bound to a very tight schedule for Bachelor degrees. Nor in many cases is there space in Master degrees for open courses that have a practical perspective, as the validating bodies require them to demonstrate the academic and theoretical status required to this level of study. To facilitate educational processes, programming assignments for students tend to be individual and in a well-defined environment.

The result is that it is hard to fit SoC activities into the curriculum, even though they specifically address the demand from companies for social, communication, collaborative skills and professional problem solving abilities.

5.2 Pressure to provide evidence of efficacy

Many universities across Europe are expected to respond to the implementation of evidence-based educational policies by governments (see Slavin (2002) for an enthusiastic introduction). In these policies the view of ‘evidence’ which is adopted frequently seems to follow that of William Thompson (Lord Kelvin) in the 19th century, who famously asserted “I often say that when you can measure what you are speaking about, and express it in numbers, you know something about it; but when you cannot measure it, when you cannot express it in numbers, your knowledge is of a meagre and unsatisfactory kind” (Thompson, 1889). In modern times something similar is asserted by the aphorism “If you can’t measure it, you can’t manage it.”, often attributed (perhaps inaccurately) to Peter Drucker. Following this line of thinking objectives are required to be measurable (Doran, 1981), and more formally so in the Performance Indicator approaches developed by Kaplan and Norton

(1992), and applied to education by Fitz-Gibbon (1990) and Barber et al. (2011). There is nothing wrong with seeking to measure things and to interpret the results. However, an insistence that all activities should be measured and managed leads to the twin problems that, on the one hand, learners and lecturers only pay attention to that which will be measured, and, on the other hand, that activities which are not easily measured are ignored or proscribed (see (Seddon, 2008) for a critique of the use of performance indicators in the public sector). The SoC approach requires the university to hand over the activities of the learner to a third party, with no certainty that it will be able to achieve measurable outcomes, and in the knowledge that any measurement cannot be certified by the institution itself. Moreover, if an institution is seeking to maximise the evidence that the services which they provide to students lead to learning outcomes, then they do not benefit from off-loading some of the learning onto a mentor or an OSS community. Within this context, the argument that the experience which students undergo in virtual placements will help them in their future careers is unlikely to meet with a favourable response. The pressure on institutions is to meet performance indicators at the end of the year, and in our experience SoC placements are not perceived to help towards this goal.

Peter Drucker himself is reported to have discussed this point in terms which are very relevant to SoC:

"Your first role . . . is the personal one," Drucker told Bob Buford, a consulting client then running a cable TV business, in 1990. "It is the relationship with people, the development of mutual confidence, the identification of people, the creation of a community. This is something only you can do." Drucker went on: "It cannot be measured or easily defined. But it is not only a key function. It is one only you can perform" (Zak, 2013).

The function which Drucker identifies is the core activity of SoC, and if, as he argues, it cannot be measured or easily defined, then it will always find itself under pressure in an evidence-based policy environment.

5.3 Pressure for increased monitoring and validation of courses and curricula

The increasing monitoring and validation of courses and curricula is in part a response to demands for more content intensive courses, and to the implementation of evidence based policy, and in part a result of the application in the educational context of managerial techniques from industry. One consequence of this trend is that in many cases student project topics have to be specified in the previous year. Such a requirement makes it almost impossible for SoC projects to be included in courses, because the main selling point of SoC is that the projects are authentic tasks which emerge out of the ongoing work of companies and foundations. Consequently, in many cases it is not possible to recognize SoC work as official academic credits under current academic regulations.

5.4 Policy at cross purposes

The pressures which we have identified configure a contradictory environment. The educational reforms which have led to the pressures are intended to increase the relevance of education to industry and society, but the actions which have been taken to achieve this goal have often been counterproductive. The increase in curriculum contents which we have identified is opposed to the idea that students can learn from the experience of a placement. The fiction is maintained that students know what they need to know from course content, and only need a place to practice as an extra on top of that. Thus the practical assignment is conceived as an add on to the curriculum instead of a core part of it. This fiction may be sustainable in a face to face situation, but not in a virtual placement, where the student has nowhere to hide from their ability (or otherwise) to deliver project results. In other words, a face-to-face placement may be conceived of as a matter of having the working experience, of going to an office, being on time, meeting colleagues etc. It is open to the host company to blithely assume the competence of the student to perform professional tasks, or tactfully ignore this on the basis that this competence will be acquired in the first few years of work. In the OSS world, in contrast, success is a matter of achieving a result that is accepted by the community and is according current standards and best practices. However supportive the OSS community may be, the potential puncturing of the fiction of student competence is a substantial threat to students, lecturers and institutions. The failure to confront this problem head-on will, we argue, exacerbate the continued mismatch between higher education and the work environment. Placements, virtual or otherwise, will not make education better if policy is moving in the opposite direction. The university is told to focus on the delivery of course content, while businesses want people who function in the workplace, while policy is deepening the divide. In this context it is open to question if Knowledge Alliances can be an effective response to the problems of education.

It should be recognised that some small but significant success has been achieved using approaches similar to SoC. Demola (<http://www.demola.net/>) has achieved 350 fulfilled projects, while the Undergraduate Capstone Open-Source Project (UCOSP) project in Canada has over the last four years received more than 300 students from 20 different Canadian universities. However, the Demola initiative developed its strength in Finland, where the education system is quite different from most of Europe, before developing an international presence. Similarly, as Stroulia et al. (2011) explain, most colleges and universities have “open” courses which students can opt to register on. Because of this, mapping UCOSP to a course in a partner institution is not problematic. Such open courses are fast disappearing in Europe. Indeed, university education is increasingly taking on the characteristics of schooling, with the emphasis on completing all the courses in the curriculum in time. For example, Dutch universities which have undergone huge changes since the late nineties under the influence

of cuts to the budgets of universities, and to the time and money available to students. Grants were reduced and have recently been transformed into a loan (with interest, but with soft repayment conditions). In this the Netherlands is following the example of similar processes are underway in the UK and other countries, informed by the rationale described in Greenaway and Haynes (2003). In response to these changes, students are focused on completing courses in order to find a job. There are signs that concerns may be emerging about this policy direction, as the Minister of Education in Holland expressed in plans to make higher education more practically relevant, as described in a Dutch article by Benschop (2015).

6. Conclusions

The VALS project brought together many enthusiasts for the use of open source software in education, from both industry and education. The poor response of students to Semester of Code has not dampened this enthusiasm, as is shown by the loyalty of project owners, who were willing to maintain their projects in the Semester of Code for a second round of activity. In education, however, these enthusiasts do not have critical mass in any single institution, and so they do not receive adequate support. Enthusiasts could be more effective in persuading their institutions to engage with OSS and SoC if there were a well-known and established initiative to coordinate the use of OSS in education, whose professionalism was recognised. Unfortunately, no such initiative exists yet. SoC therefore has the opportunity to engage with these people who have commitment to the SoC approach, and to bring them under an umbrella, creating the conditions to move forward together. The Semester of Code Association has been established to take this work forward.

However, the project also provides a valuable perspective on the European education landscape. To this end we have presented our experience of running the SoC initiative, and our theories about the constraints on take up of CoP placements among students. The SoC initiative has not achieved a decisive intervention in the relationship between HE and companies, but this has not been due to lack of effort, or poor processes. Rather the assumptions of the project about the nature of HE, which appeared to be reasonable both to the consortium and to funders, have shown to be false. More specifically, our experience suggests that the preparation which students are given for the move into industry leaves much to be desired, but that this state of affairs is be camouflaged by the qualifications which are awarded, and quality assurance processes which assert that degrees do indeed prepare students for professional life. Some of the challenges we have faced are related to the virtual nature of SoC, for example the lack of confidence among some students in working in English, and the need to coordinate activities remotely. However, we do not believe that these have been the principal barriers. In our experience the main difficulties have been the lack of fit between the rigidity of the university curriculum and the demand for flexibility in industry, and the increasing pressure on universities from

government policies. These factors affect face-to-face and virtual placements alike, but in the case of virtual placements many factors which soften the challenge presented to students have been stripped away. Because of this we have argued that virtual placements can be seen as a test of students' ability to undertake authentic tasks. It may be argued that if student placements and Knowledge Alliances are providing authentic professional experience to students, then it is reasonable to expect that this would be sustainable in the context of remote working, which is increasingly common in technical jobs. We have not found this to be the case, and our evaluation suggests that this is, at least in part, because face-to-face placements mask some problems which become evident in virtual placements. Our work with SoC does not constitute an evaluation of the Knowledge Alliance programme, and nor did it set out to throw light on the nature of work placements. But the results which we have obtained should at least lead institutions and policy makers to ask if the benefits of Knowledge Alliances are primarily those of work experience, rather than authentic professional development, and to consider whether they do indeed constitute an effective instrument for the transformation of European higher education.

7. Acknowledgement

With the support of the Lifelong Learning Program of the European Union. Project Reference: 540054-LLP-1-2013-1- ES- ERASMUS-EKA. This project has been funded with support from the European Commission. This publication only reflects the views of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use that may be made of the information contained therein.

8. References

Ansell, M. (2016). Snobbery is outdated – universities have to train students for jobs. *The Guardian*. Retrieved from <http://www.theguardian.com/higher-education-network/2016/mar/31/snobbery-is-outdated-universities-have-to-train-students-for-jobs>

Barber, M., Kihn, P., & Moffit, A. (2011). Deliverology: From idea to implementation. *McKinsey on Government*(Spring), 32–39.

Benschop, L. (2015). Bussemaker wil minder “schools” hoger onderwijs. Retrieved from <http://www.nu.nl/politiek/4083354/bussemaker-wil-minder-schools-hoger-onderwijs.html>

Cappellari, L., & Lucifora, C. (2008). *The “Bologna Process” and College Enrolment Decisions* (IZA DP No.

3444). Retrieved from Bonn, Germany: <http://ftp.iza.org/dp3444.pdf>

Casson, A., & Hawthorn, L. (2011). Introducing the Oregon State University Open Source Lab. *Technology Innovation Management Review*(August 2011), 4-9.

Choy, S. C., & Delahaye, B. L. (2009). University-industry partnership for pedagogy : some principles for practice *Proceedings of 16th World Association for Cooperative Education Conference, June 23-26, 2009, Vancouver, Canada*.

Fitz-Gibbon, C. T. (Ed.) (1990). *Performance indicators. BERA Dialogues*. Clevedon, UK: Multilingual Matters Ltd.

García-Peñalvo, F. J. (2011). La Universidad de la próxima década: La Universidad Digital. In C. Suárez-Guerrero & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *Universidad y Desarrollo Social de la Web* (pp. 181-197). Washington DC, USA: Editandum.

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. (2016). The third mission. *Education in the Knowledge Society*, 17(1), 7-18. doi:<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171718>

García-Peñalvo, F. J., Álvarez Navia, I., García-Bermejo, J. R., Conde-González, M., García-Holgado, A., Zangrando, V., Seoane-Pardo, A. M., Cruz-Benito, J., Lee, S., Elferink, R., Veenendaal, E., Zondergeld, S., Griffiths, D., Sharples, P., Sherlock, D., de Toni, A. F., Battistella, C., Tonizza, G., de Zan, G., Papadopoulos, G. A., Kapitsaki, G., Achilleos, A. P., Mettouris, C., Cheung, S., Guerrero, Z., He, E., Alier, M., Mayol, E., Casany, M. J., Wilson, S., Wilson, R., & Johnson, M. (2013). VALS: Virtual Alliances for Learning Society. In F. J. García-Peñalvo, A. García-Holgado, & J. Cruz-Benito (Eds.), *Proceedings of the TEEM'13 Track on Knowledge Society Related Projects* (pp. 19-26). Salamanca, Spain: Grupo GRIAL.

García-Peñalvo, F. J., & Cruz-Benito, J. (2016). Proyecto Europeo VALS y Semester of Code: Prácticas Virtuales en Empresas y Fundaciones relacionadas con el Software Libre a nivel Europeo. In M. Martín-González (Ed.), *Buenas Prácticas sobre la Universidad Digital* (pp. 60-67). Madrid: Cátedra UNESCO de Gestión y Política Universitaria.

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. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/FIE.2014.7044411>

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. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/EDUCON.2015.7096026>

García-Peñalvo, F. J., Cruz-Benito, J., Griffiths, D., & Achilleos, A. P. (2015). 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. (2016). 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)*, 11(1), 47-54. doi:<http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2016.2518461>

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. doi:<http://dx.doi.org/10.1145/2669711.2669982>

García-Peñalvo, F. J., Griffiths, D., Cruz-Benito, J., Veenendaal, E., Achilleos, A., Wilson, S. & Kapitsaki, G. (2015). Report on virtual placements pilots and evaluation of their results - Virtual Alliances for Learning Society (VALS) project & Semester of Code. Salamanca, Spain: Virtual Alliances for Learning Society Project Consortium. University of Salamanca, University of Bolton, Raycomm B.V., University of Cyprus, University of Oxford. doi:[10.6084/m9.figshare.3198691](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.3198691)

Greenaway, D., & Haynes, M. (2003). Funding higher education in the uk: the role of fees and loans. *The Economic Journal*, 113(485), F150-F166. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/1468-0297.00102>

Huisman, J., Adelman, C., Hsieh, C. C., Shams, F., & Wilkins, S. (2012). Europe's Bologna process and its impact on global higher education. In D. K. Deardorff, H. de Wit, J. D. Heyl, & T. Adams (Eds.), *The SAGE Handbook of International Higher Education* (pp. 81-100). Thousand Oaks: Sage Publications.

doi:<http://dx.doi.org/10.4135/9781452218397.n5>

Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard - Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71-79.

Missett, T. C., & Foster, L. H. (2015). Searching for Evidence-Based Practice: A Survey of Empirical Studies on Curricular Interventions Measuring and Reporting Fidelity of Implementation Published During 2004-2013. *Journal of Advanced Academics*, 26(2), 96-111. doi:<http://dx.doi.org/10.1177/1932202X15577206>

NCSU Open Source Initiative. (2014). Open Source NC State University. Retrieved from <https://opensource.ncsu.edu/>

Nicolescu, L. (2014). Convergence and Internationalization of Higher Education, The Case of Romania. In A. M. Dima (Ed.), *Handbook of Research on Trends in European Higher Education Convergence* (pp. 219–241). Hershey PA: Information Science Reference.

Seddon, J. (2008). *Systems Thinking in the Public Sector: The Failure of the Reform Regime and a Manifesto for a Better Way*. Axminster: Triarchy Press.

Slavin, R. E. (2002). Evidence-Based Education Policies: Transforming Educational Practice and Research. *Educational Researcher*, 31(7), 15-21. doi:<http://dx.doi.org/10.3102/0013189X031007015>

Stroulia, E., Bauer, K., Craig, M., Reid, K., & Wilson, G. (2011). Teaching Distributed Software Engineering with UCOSP: The Undergraduate Capstone Open-Source Project. *Proceedings of the 2011 Community Building Workshop on Collaborative Teaching of Globally Distributed Software Development - CTGDSD '11* (pp. 20-25). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/1984665.1984670

Taylor, S. (2016, March 9). Goodnight Melange. Retrieved from <http://google-opensource.blogspot.com.es/2016/03/goodnight-melange.html> doi:<http://dx.doi.org/10.1145/1984665.1984670>

Thompson, W. (1889). Electrical Units of Measurement. *Popular Lectures and Addresses* (Vol. 1, pp. 73-136). London: Macmillan & Co.

Zak, P. (2013). Measurement myopia. Retrieved from <http://www.druckerinstitute.com/2013/07/measurement-myopia/>

Marzo 2016
vol. 17, n.º 1

e-ISSN:
2444-8729



<http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171174>