

TICAI 2009

TIC's para a Aprendizagem da Engenharia

Carlos Vaz de Carvalho, Ricardo Silveira e Manuel Caeiro



IEEE, Sociedade de Educação: Capítulos Espanhol e Português



IEEE Education
Society Chapter
PORTUGAL SECTION

Introdução dos Editores

TICAI 2009 é o quarto volume de uma série que recolhe as contribuições mais significativas dos melhores congressos de língua Espanhola e Portuguesa no âmbito da Sociedade de Educação do IEEE. Este volume, correspondente aos eventos realizados no ano de 2009, é promovido pelos Capítulos Português e Espanhol desta Sociedade (no caso espanhol, através do CTAE - Comité Técnico de Acreditação e Avaliação).

Como nos volumes anteriores, o âmbito centra-se na investigação e aplicações da tecnologia na educação e engloba o desenho e investigação de novas ferramentas, materiais e técnicas que facilitem o ensino/aprendizagem e aplicações, métodos pedagógicos e experiências concretas de uso destas novas técnicas e ferramentas. Tudo com um enfoque particular no ensino/aprendizagem das disciplinas próprias do IEEE, fundamentalmente nas áreas da Engenharia Electrotécnica, Tecnologia Electrónica, Engenharia de Telecomunicações e Engenharia Informática.

Assim, os capítulos deste livro passaram pelo crivo apertado de duas revisões: primeiro do próprio congresso e depois uma segunda selecção de entre os artigos aceites para o congresso. Para esse processo, contamos com membros destacados de cada um dos Comités de Organização ou de Programa dos respectivos congressos.

Os trabalhos foram seleccionados dos seguintes congressos:

- JENUI 2009 (Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática)
- SIIE 2009 (Simposio Internacional de Informática Educativa)
- URSI 2009 (Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio)
- Encontro sobre Podcasts
- SBIE 2009 (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação)
- XIII e XIV Ciclos de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação
- FINTDI 2009 (Fomento e Innovación con Nuevas Tecnologías en la Docencia de la Ingeniería)
- CISTI 2009 (Conferência Ibérica sobre Sistemas e Tecnologias de Informação)
- Challenges 2009
- JITEL 2009 (Jornadas de Ingeniería Telemática)
- CcITA 2009 (Conferencia Iberoamericana sobre Tecnologías para el Aprendizaje)
- CITA 2009 (Congresso Ibero-americano de Telemática)
- SAAEI 2009 (Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación)

Queremos assim, através da Sociedade de Educação do IEEE, e concretamente através dos Capítulos Espanhol e Português, contribuir, graças à selecção e difusão destes excelentes trabalhos, para um melhor conhecimento da comunidade ibero-americana no âmbito da aplicação da tecnologia no ensino/aprendizagem centrado na Engenharia, e, em consequência, um aumento geral da qualidade das publicações nos respectivos congressos.

Carlos Vaz de Carvalho (Capítulo Português da Sociedade de Educação do IEEE)
Ricardo Azambuja Silveira (Capítulo Brasileiro da Sociedade de Educação do IEEE)
Manuel Caeiro Rodriguez (Capítulo Espanhol da Sociedade de Educação do IEEE)
Editores de TICAI 2009

Introducción de los Editores

TICAI 2009 es el cuarto volumen de una serie que recoge las aportaciones más significativas realizadas en los congresos más importantes de habla española y portuguesa en el ámbito de la Sociedad de Educación del IEEE. Este volumen, que corresponde a los eventos realizados en el año 2009, es promovido por los Capítulos Portugués y Español (a través del CTAE - Comité Técnico de Acreditación y Evaluación) de esta Sociedade.

Como en los volúmenes anteriores, el ámbito se centra en la investigación y aplicaciones tecnológicas a la educación, y comprende desde el diseño e investigación sobre nuevas herramientas, materiales y técnicas que faciliten la enseñanza/aprendizaje hasta las aplicaciones, métodos pedagógicos y experiencias concretas de uso de estas nuevas técnicas y herramientas. Todo ello enfocado principalmente a la enseñanza/aprendizaje de las disciplinas propias del entorno del IEEE, que suelen ser fundamentalmente las áreas de Ingeniería Eléctrica, Tecnología Electrónica, Ingeniería de Telecomunicación e Ingeniería Informática.

Así pues los capítulos de este libro habrán pasado dos revisiones, por una parte la del propio congreso y después una segunda elección sobre los artículos aceptados dentro del congreso. Para ello hemos contado con destacados miembros de cada uno de los Comités de Organización o de Programa de los respectivos congresos.

Los trabajos han sido seleccionados de los siguientes congresos:

- JENUI 2009 (Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática)
- SIIE 2009 (Simposio Internacional de Informática Educativa)
- URSI 2009 (Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio)
- Encontro sobre Podcasts
- SBIE 2009 (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação)
- XIII y XIV Ciclos de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação
- FINTDI 2009 (Fomento e Innovación con Nuevas Tecnologías en la Docencia de la Ingeniería)
- CISTI 2009 (Conferência Ibérica sobre Sistemas e Tecnologias de Informação)
- Challenges 2009
- JITEL 2009 (Jornadas de Ingeniería Telemática)
- CcITA 2009 (Conferencia Iberoamericana sobre Tecnologías para el Aprendizaje)
- CITA 2009 (Congresso Ibero-americano de Telemática)
- SAAEI 2009 (Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación)

Queremos así, desde la Sociedad de Educación del IEEE, y concretamente desde los Capítulos Español y Portugués, contribuir con la selección y difusión de estos mejores trabajos al mejor conocimiento de la comunidad iberoamericana en el ámbito de la aplicación de la tecnología a la enseñanza/aprendizaje centrado en la ingeniería, y por lo tanto a un incremento general de la excelencia en las publicaciones en los respectivos congresos.

Carlos Vaz de Carvalho (Capítulo Portugués da Sociedade de Educação do IEEE)

Ricardo Azambuja Silveira (Capítulo Brasileiro da Sociedade de Educação do IEEE)

Manuel Caeiro Rodriguez (Capítulo Espanhol da Sociedade de Educação do IEEE)

Editores de TICAI 2009

Editors' Introduction

TICAI 2009 is the fourth annual book of a series that collects the more significant papers presented in the most important congresses and seminars organized in Latin America, Spain and Portugal within the scope of the IEEE Education Society. This book, that gathers contributions from events that took place in 2009, is promoted by the Portuguese and Spanish Chapters of this Society (in the Spanish case through the CTAE - Comité Técnico de Acreditação e Avaliação).

Like in the previous books, the scope is centered on research, design and development of new technological tools, materials and techniques oriented to educational activities, which support the teaching/learning activities. Also, it is centered on application of pedagogical methods and experiences on using this kind of tools, which are main areas of Electrical Engineering, Electronics Technology, Telecommunications Engineering and Informatics Engineering.

The different chapters of this book have two different revisions, one made by the peers of these congresses and seminars, and the other one made by the editorial committee. In this way, we have the support of outstanding members of the academic committees of these congresses.

The selected papers were part of the following events:

- JENUI 2009 (Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática)
- SIIE 2009 (Simposio Internacional de Informática Educativa)
- URSI 2009 (Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio)
- Encontro sobre Podcasts
- SBIE 2009 (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação)
- XIII and XIV Ciclos de Palestras sobre Novas Tecnologias na Educação
- FINTDI 2009 (Fomento e Innovación con Nuevas Tecnologías en la Docencia de la Ingeniería)
- CISTI 2009 (Conferência Ibérica sobre Sistemas e Tecnologias de Informação)
- Challenges 2009
- JITEL 2009 (Jornadas de Ingeniería Telemática)
- CcITA 2009 (Conferencia Iberoamericana sobre Tecnologías para el Aprendizaje)
- CITA 2009 (Congresso Ibero-americano de Telemática)
- SAAEI 2009 (Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación)

The IEEE Education Society (Spain, Portugal and Colombia Chapters) want to contribute with the selection and publication of the best papers, to bring the best knowledge on application and research of teaching/learning processes to our Iberoamerican community; centered on engineering, in order to increase the general quality in these congresses and events.

Carlos Vaz de Carvalho (Capítulo Português da Sociedade de Educação do IEEE)

Ricardo Azambuja Silveira (Capítulo Brasileiro da Sociedade de Educação do IEEE)

Manuel Caeiro Rodriguez (Capítulo Espanhol da Sociedade de Educação do IEEE)

Editores de TICAI 2009

Conselho/Consejo/Board Editorial

Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal (Co-editor)
 Ricardo Azambuja Silveira, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil (Co-editor)
 Manuel Caeiro Rodriguez (Co-editor)

Álvaro Rocha, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
 Ana Amélia Carvalho, Universidade do Minho, Portugal
 Ana Dias, Universidade do Minho, Portugal
 Ana Feroso Garcia, Universidad Pontificia de Salamanca, España
 Andre Luis Raabe, Universidade do Vale do Itajaí, Brasil
 Andrés Barrado Bautista, Universidad Carlos III de Madrid, España
 Ángel Mediavilla, Universidad de Cantabria, España
 Angel Velázquez, Universidad Rey Juan Carlos, España
 Antonio José Mendes, Universidade de Coimbra, Portugal
 António José Osório, Universidade do Minho, Portugal
 Baltasar Fernández Manjón, Universidad Complutense de Madrid, España
 Carlos Rueda Artunduaga, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Colombia
 Cristina Azevedo Gomes, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
 Edmundo Tovar Caro, Universidad Politécnica de Madrid, España
 Fernando Spanhol, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
 Iñigo J. Oleagordia Aguirre, Universidad del País Vasco, España
 Isabel Fernández Castro, Universidad del País Vasco, España
 Jaime Sánchez, Universidad de Chile, Chile
 Jesús Romo Uriarte, Universidad del País Vasco, España
 Jorge Hugo Calleja Gjumlich, CENIDET, México
 Jose María Malgosa Sanajua, Universidad Politécnica de Cartagena, España
 Juan Manuel Santos Gago, Universidade de Vigo, España
 Liane Margarida Rockenbach Tarouco, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
 Lidia Fuentes Fernández, Universidad de Málaga, España
 Manuel Benito Gómez, Universidad del País Vasco, España
 Manuel Castro Gil, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España
 Manuel Emilio Prieto Méndez, Universidad de Castilla-La Mancha, España
 Manuel Ortega Cantero, Universidad de Castilla-La Mancha, España
 Margarita Cabrera Bean, Universidad Politécnica de Cataluña, España
 Maria José Marcelino, Universidade de Coimbra, Portugal
 Martín Llamas Nistal, Universidade de Vigo, España
 Paulo Dias, Universidade do Minho, Portugal
 Silvestre Rodríguez Pérez, Universidad de la Laguna, España

Índice

1. Construcción de Objetos de Aprendizaje Complejos usando Consultas en Lenguaje Natural y Ontologías	1
Edgard Benítez-Guerrero, Carmen Mezura-Godoy, Areli Coria-Hernández y Alma-Rosa García-Gaona	
2. La Extracción de Objetos de Aprendizaje con Metadatos de Diseño Pedagógico	7
Regina Motz, Claudia Badell, Martín Barrosa y Rodolfo Sum	
3. Gestão Colaborativa de Conteúdo Educacional	13
Liane M. R. Tarouco, Marcelo A. R. Schmitt, Alessandra P. Rodrigues, Rosa M. Viccari	
4. Adaptación de una Aplicación de e-Learning a t-Learning	21
Jonathan Perrinet, Xabiel G. Pañeda, Claudia Acevedo, José Luis Arciniegas, Sergio Cabrero, David Melendi y Roberto García	
5. Tecnología de Tablet PCs para el Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje Interactivo en un Primer Curso de Ingeniería Informática	29
José-V. Benlloch-Dualde, Félix Buendía García y Juan-Carlos Cano	
6. Experiencias en la Docencia con Mundos Virtuales	35
E. Barreiro Alonso y D. Casado Neira	
7. Experiencias y Perspectivas de Entornos de Aprendizaje 3D Colaborativos	43
María Blanca Ibáñez, José Jesús García Rueda, Sergio Galán, David Maroto y Carlos Delgado Kloos	
8. Utilización de un Laboratorio Virtual como Herramienta de Autoaprendizaje	51
Pilar Fernández, Angel Salaverría, Jacinto González Dacosta y Enrique Mandado	
9. Un Protocolo de Single Sign-On para Entornos de e-Learning. Reverse Oauth	59
J. Fontenla, M. Caeiro, y M. Llamas	
10. Utilizando Simulação Computacional como Estratégia de Ensino: Estudio de Caso	69
João Artur de Souza, Gertrudes Aparecida Dandolini	
11. Herramientas Individualizadas para la Formación en Seguridad de la Información: Simulador de Ataques y Sistema de Detección de Intrusiones	75
Heliodoro Menéndez, Gabriel Díaz Orueta y Manuel Castro Gil	
12. OBSTAGUIA 2: Software de Análisis de Obstáculos en Guía de Onda para Laboratorios Docentes	83
J.M. Zamanillo Sainz de la Maza, Isabel Zamanillo, C.Pérez-Vega Member y A. Mediavilla	
13. Software educativo en Procesadores de Lenguajes: del enfoque genérico al enfoque centrado en el estudiante	89
Francisco J. Almeida Martínez, Jaime Urquiza Fuentes y J. Ángel Velázquez Iturbide	
14. Aplicación de la Metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos a la Asignatura "Sistemas Electrónicos de Alimentación"	97
Diego G. Lamar, Javier Sebastian, Marta María Hernando, Manuel Arias, Miguel Rodríguez, Alberto Rodríguez y Pablo F. Miaja	
15. Ensino da Programação Através da Linguagem Algorítmica e Fluxográfica	105
António Manso, Luís Oliveira, Célio Gonçalo Marques	
16. Uma Plataforma Tecnológica para o Ensino de Engenharia de Controle	111
Adelson S. Carvalho, Dante A. C. Barone, Milton A. Zaro	
17. Experiencia de adaptación al EEES del Primer Curso de Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo	117
Irene Díaz, Fernando Las-Heras, Marta Hernando, José Ángel Huidobro y José Ramón Villar	
18. La Enseñanza de Ingenierías a través del Autoaprendizaje Colaborativo y las Nuevas Tecnologías	125
Pedro Sanz y Juan José de Benito	
19. Cómo formar Ingenieros en Informática en la competencia Sostenibilidad y Compromiso Social	131
David Franquesa, Josep-Llorenç Cruz, Carlos Álvarez, Fermín Sánchez, Agustín Fernández y David López	

20. Desarrollo de Recursos Docentes para la Evaluación de Competencias Genéricas	139
María José García García, María José Terrón López y Yolanda Blanco Archilla	
21. Web Social: Complemento Informal às Aprendizagens Formais?	145
Margarida Lucas e António Moreira	
22. Promovendo a Aprendizagem através das Redes Sociais Apoiada por um Modelo de Combinação Social	151
Soraia Pacheco de Almeida Silva, Claudia Lage Rebello da Motta e Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira	
23. Podcasts no Ensino Superior: Um Estudo em Licenciaturas de Gestão	161
Célio Gonçalo Marques e Ana Amélia Amorim Carvalho	
24. Podcasts e Vodcasts: Prós e Contras	167
Henrique M. D. Santos	
25. Taxonomia de Podcasts: da Criação à Utilização em Contexto Educativo	171
Ana Amélia A. Carvalho, Cristina Aguiar e Romana Maciel	
26. Social Network Analysis como Ferramenta de Monitorização da Comunicação e Interação Online: o Exemplo de uma Iniciativa de e-Learning no Ensino Superior	179
N. Pedro e J. F. Matos	
27. Las TIC como Soporte para la Mejora de la Calidad en la Educación Infantil	187
Rubén Míguez, Juan M. Santos y Luis Anido	
28. Uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) en la Docencia sobre Heridas Crónicas en Enfermería	195
Cristina Castanedo Pfeiffer y J.M. Zamanillo Sainz de la Maza	
29. Dialogicidade nas Ciências Exatas: Debates Síncronos e Assíncronos em AVA	203
Priscila Barros David e José Aires de Castro Filho	

Capítulo 1

Construcción de Objetos de Aprendizaje Complejos usando Consultas en Lenguaje Natural y Ontologías

Edgard Benítez-Guerrero, Carmen Mezura-Godoy, Areli Coria-Hernández y Alma-Rosa García-Gaona

Title—Building Complex Learning Objects using Natural Language Querying and Ontologies.

Abstract—The creation of digital learning materials for e-Learning is expensive, so reusing Learning Objects (LOs) to create others is important. Even with the proliferation of repositories of LOs, it is still difficult for a user to build complex LOs from simpler ones: he/she has to retrieve LOs related to the topic of interest from one or several repositories, and assemble them. This paper proposes a semi-automatic method and a software tool based on natural language processing to build complex LOs by composition and aggregation of simpler ones that can be retrieved from several repositories using ontologies.

Keywords— e-Learning, Learning Objects, Natural Language Querying

Abstract— La creación de materiales digitales de enseñanza para e-Learning es costosa, por lo que reutilizar Objetos de Aprendizaje (OAs) para crear otros más complejos es importante. Aún con la proliferación de repositorios de OAs, es difícil que un usuario construya OAs complejos a partir de otros:

Este trabajo fue presentado originalmente en la Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías para el Aprendizaje (CciTA) 2009.

E. Benítez-Guerrero es Profesor-Investigador del Laboratorio de Tecnologías de Información, CINVESTAV – Tamaulipas, Ciudad Victoria, 87130 México (tél: +52 (834) 107-0220; e-mail: ebenitez@tamps.cinvestav.mx).

C. Mezura-Godoy es Profesor-Investigador de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, Xalapa, 91020 México (e-mail: cmezura@uv.mx).

A. Coria-Hernández fue estudiante del Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, A.C., Xalapa, 91000 México (e-mail: acoria@lania.edu.mx).

A.-R. García-Gaona es Profesor-Investigador de la Facultad de Estadística e Informática de la Universidad Veracruzana, Xalapa, 91020 México (e-mail: agaona@uv.mx).

Este trabajo es parte del proyecto "Infraestructura tecnológica de acceso a una red de múltiples repositorios de recursos educativos para la enseñanza básica en Veracruz" apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México y el Gobierno del Estado de Veracruz (México), a través del programa "FOMIX Veracruz" (número de proyecto: 37020).

él/ella tiene que recuperar de los repositorios los OAs individuales de interés, para después ensamblarlos. Este capítulo propone un método semiautomático y una herramienta de software basados en el procesamiento del lenguaje natural para construir OAs complejos mediante la composición y agregación de otros más simples que pueden ser recuperados de repositorios usando ontologías.

Keywords— e-Learning, Objetos de Aprendizaje, Consultas en Lenguaje Natural

I. INTRODUCCIÓN

EL Aprendizaje Electrónico (*E-learning*, en inglés) usa las Tecnologías de Información y de Comunicaciones para apoyar procesos de aprendizaje en línea. Un problema importante en esta área es la creación de materiales digitales de enseñanza porque es costoso. Para promover la reutilización de materiales, el concepto de Objeto de Aprendizaje (OA) ha sido propuesto. Un OA es una unidad mínima de educación que satisface un objetivo educativo específico y que se puede componer con otros para formar OAs de niveles educativos más altos. Por ejemplo, dos ejercicios sobre normalización de bases de datos pueden componer una clase sobre ese tema, y varias clases pueden formar un curso sobre bases de datos. En términos técnicos, un OA es un contenido digital reutilizable, que tiene algunos metadatos asociados para facilitar su búsqueda, recuperación y procesamiento automático. La IEEE ha definido un conjunto de estándares referentes a los OAs, particularmente *Learning Object Metadata* (LOM) para describir OAs, y *Sharable Content* (SCORM) para organizar uno o más OAs en un paquete para su distribución. Los metadatos LOM y SCORM son representados generalmente en XML.

Aún con la proliferación de repositorios de OA disponibles via Internet, es todavía difícil crear OAs complejos a partir de otros más simples. Un usuario necesita recuperar los OAs de interés accediendo a uno o más repositorios y después agregar

y componer dichos OAs usando una herramienta diseñada para ello (e.g. RELOAD [1]). Una forma más interesante para recuperar y para manipular OAs es declarativamente, usando un lenguaje de interrogación y una infraestructura apropiada para acceder a los repositorios de OAs. Como lenguaje de interrogación, actualmente es posible utilizar un lenguaje de interrogación de propósito general para datos XML, tal como XPath [2] o XQuery [3], o lenguajes orientados a OAs como ROSAQL [4]. Estos lenguajes tienen un gran poder de expresión, pero los usuarios requieren conocimiento especializado para utilizarlos. Además, no consideran las características requeridas para ensamblar OAs complejos. Es entonces importante desarrollar lenguajes de interrogación más cercanos al usuario final, así como los mecanismos de la evaluación y las herramientas asociadas, para facilitar la búsqueda y el ensamblado de OAs.

Este capítulo propone una solución basada en el procesamiento de lenguaje natural, particularmente para el Español. La idea es permitir al usuario expresar sus requerimientos como una consulta en lenguaje natural y obtener como resultado de su procesamiento un paquete SCORM. Por ejemplo, un usuario puede escribir “Necesito un ejercicio sobre bases de datos” y obtener como resultado un paquete SCORM con los OAs de interés. Como el usuario puede necesitar una cierta ayuda para refinar su consulta, durante el proceso de evaluación se usan ontologías. Hemos implementado una herramienta prototipo funcional que incorpora estas ideas. Es importante decir que nuestro trabajo se ha realizado para la lengua española, pero el enfoque es general y puede ser aplicado a cualquier otro idioma.

El resto de este capítulo está organizado como sigue. La Sección 2 presenta el marco de trabajo general que proponemos. La Sección 3 explica el procesamiento de consultas en lenguaje natural. La Sección 4 presenta nuestra implementación prototipo. La Sección 5 discute el trabajo relacionado. Finalmente, la Sección 6 concluye este capítulo e introduce futuras líneas de investigación.

II. MARCO GENERAL DE TRABAJO

La Fig. 1 muestra el marco de trabajo que proponemos para ensamblar OAs en paquetes SCORM usando consultas en lenguaje natural. En la parte derecha de esa figura se encuentra el Proveedor de OAs y una base de conocimiento conteniendo ontologías. A la izquierda se encuentra el usuario quien proporciona como entrada las consultas que son procesadas para calcular los resultados deseados. Los detalles se explican a continuación.

El Proveedor de OAs puede ser un repositorio o un sistema de mediación que provea acceso uniforme a un conjunto de repositorios. En este trabajo estamos considerando que los metadatos que describen a los OAs se encuentran en el estándar LOM de la IEEE y se representan como XML; el Proveedor de OAs debe proveer acceso transparente a cualquier otra representación (por ejemplo, Dublin Core, IMS). El Proveedor de OAs también ofrece una interfaz

XQuery para la recuperación de OAs.

Respecto al lenguaje de consulta, hemos definido un subconjunto de expresiones en Español permitiendo que el usuario exprese sus preferencias. Por ejemplo, un usuario puede escribir las frases “Quiero recuperar un ejercicio sobre bases de datos” (Q_1) o “Me gustaría tener algún plan de clase con ejercicios acerca de redes LAN cuyo autor sea Areli” (Q_2). La consulta Q_1 expresa que es imperativo buscar los OAs que son ejercicios sobre bases de datos, mientras que la consulta Q_2 expresa que el usuario necesita una clase con ejercicios sobre redes LAN cuyo autor sea Areli de preferencia, aunque no es obligatorio que así sea.

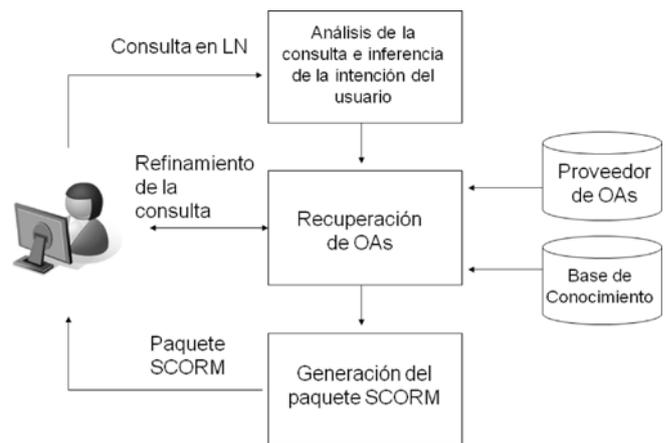


Fig. 1. Marco de trabajo general para el ensamblado de OAs usando procesamiento del lenguaje natural

En este contexto, observemos dos cosas. Primero, el usuario podría no tener un claro entendimiento de lo que necesita. Éste es el caso de la consulta Q_1 , donde el término “bases de datos” es más bien general. En este caso podría ser interesante ayudar al usuario a refinar su consulta para encontrar un tema más específico si es necesario. Segundo, si no hay resultados para una consulta (por ejemplo, para Q_2), sería interesante proponerle al usuario temas alternativos, de tal forma que él/ella pudiera realizar una nueva consulta con un tema relacionado con el original, en vez de darle al usuario un resultado vacío. Estos dos problemas pueden ser abordados usando ontologías. En ambos casos, los temas relacionados con el original (es decir, sus subclases y superclases) se pueden recuperar de una ontología, de modo que el usuario pueda seleccionar uno de ellos para modificar la consulta o bien dejarla sin cambios. Para el primer caso, los términos relacionados con “bases de datos” pueden ser “normalización” o “consulta”, y para el segundo caso, los términos relacionados pueden ser “redes inalámbricas” o “redes ad-hoc”.

Finalmente, una vez que los OAs de interés han sido recuperados, estos se ensamblan en un paquete SCORM que se entrega al usuario y está listo para ser cargado en cualquier herramienta SCORM para su ejecución.

III. PROCESAMIENTO DE CONSULTAS EN LENGUAJE NATURAL

Esta sección explica el proceso para evaluar consultas en lenguaje natural, el cual se resume en la Fig. 2.

La consulta de entrada es procesada por un analizador sintáctico, que la divide en símbolos y además ejecuta el análisis morfológico de la expresión. La expresión es entonces descompuesta para crear una estructura sintáctica, que se analiza después semánticamente, usando las ontologías almacenadas en una Base de Conocimiento, para crear una expresión semántica. Esta expresión entonces se transforma en una expresión XQuery que se envía al Proveedor de OAs para su ejecución. Los resultados recibidos del Proveedor de OAs se organizan posteriormente para generar el paquete SCORM que será entregado al usuario. Los detalles se presentan a continuación.

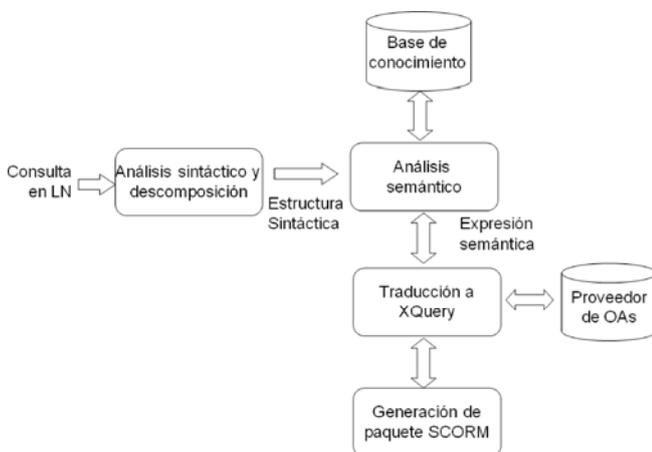


Fig. 2. Procesamiento de consultas

A. Análisis Sintáctico y Morfológico

La consulta de entrada dada por el usuario es analizada morfológica y sintácticamente para crear una estructura sintáctica de la forma:

(VERBO NIVEL_AYUDA NIVEL_AGR (CAMINO VALOR)+)

donde VERBO es la forma infinitiva del verbo especificado en la pregunta, NIVEL_AYUDA es el nivel de ayuda que será proporcionado al usuario durante el refinamiento de la consulta, NIVEL_AGR se refiere al nivel de complejidad (en términos de agregación) del OA que el usuario desea obtener como resultado (ejercicio, clase o curso codificado como 1, 2 y 3 respectivamente), y (CAMINO VALOR)+ es un conjunto de pares, tales que CAMINO es una expresión de camino especificando la ruta donde se encuentra el atributo correspondiente en la jerarquía LOM, y VALOR es el valor de ese atributo. Habrá un par de este tipo por cada una de las restricciones dadas por el usuario en la consulta de entrada. Por ejemplo, para la pregunta Q₂, la estructura sintáctica resultante es:

(GUSTAR ALGUN 1
 (/general/title "redes LAN")
 (/lifecycle/contribute/role/value="Autor"
 "Areli"))

Observemos que en este caso VERBO es "GUSTAR", NIVEL_AYUDA es "ALGUN" y que NIVEL_AGR toma el valor de 1. La primera expresión de camino especifica donde encontrar el atributo *título* de un OA y que el valor a encontrar es "redes LAN". La segunda expresión de camino especifica que el rol del contribuyente es "Autor" y que el nombre del autor a buscar es "Areli".

B. Análisis Semántico

Una vez que la estructura sintáctica ha sido calculada, es necesario analizar su semántica prevista. El resultado del análisis es una estructura de la forma:

(OPCION ACCION NIVEL_AGR (CAMINO VALOR)+)

donde OPCION especifica si una restricción dada es obligatoria u opcional, ACCION es la acción del usuario, y el resto de la estructura es similar a la definida para una estructura sintáctica. Por ejemplo, la estructura sintáctica del ejemplo anterior es analizada para obtener siguiente la estructura semántica:

(OPCIONAL SUGERIR 1
 (/general/title "redes LAN")
 (/lifecycle/contribute/role/value="Autor"
 "Areli"))

Observe que en este caso el valor de OPCION es "OPCIONAL" para indicar que las restricciones no son obligatorias, el valor de ACCION es "SUGERIR", y el resto de la estructura ya ha sido explicado anteriormente.

Una vez que la estructura semántica es construida, ésta es analizada para verificar si es necesario el uso de ontologías para ayudar al usuario a complementar su consulta. Esto se hace verificando que los valores que aparecen en las restricciones de la consulta existen en la ontología. En este ejemplo, el término "redes LAN" es buscado y entonces los términos relacionados se presentan al usuario para darle la oportunidad de cambiar ese término por uno más específico o dejar la consulta sin cambios.

C. Recuperación de Objetos de Aprendizaje

La estructura semántica es transformada en una o varias consultas expresadas en XQuery que finalmente serán ejecutadas. La creación de la expresión XQuery comienza con la cadena "for \$x in //lom" para que el Proveedor de OAs comience a buscar a partir de ese atributo. Después, a partir de NIVEL_AGR, se genera una condición que aparecerá en la cláusula *where* de la consulta. Esta condición tiene la forma

\$x/general/aggregationlevel/value = <NIVEL_AGR>

donde la expresión de camino indica donde se localiza el atributo *aggregationlevel* en la jerarquía LOM, y $\langle \text{NIVEL_AGR} \rangle$ es el nivel de agregación especificado en la consulta. Después de eso, otra condición se añade a la cláusula *where*, ahora para indicar el tipo de recurso de aprendizaje que se busca:

```
$x/educational/learningresourcetype/value=
<RESCOURCETYPE>
```

donde la expresión de camino indica donde se ubica el atributo *learningresourcetype* en la jerarquía LOM, y $\langle \text{RESCOURCETYPE} \rangle$ indica el tipo de recurso; por ejemplo, un ejercicio o una clase. Después, las restricciones especificadas por el usuario se añaden también como condiciones en la cláusula *where*. Finalmente, la cláusula “*return \$x*” se añade a la consulta. A continuación se presenta la consulta generada a partir de la estructura semántica explicada previamente:

```
for $x in //lom
where $x/general/aggregationlevel/value = 1
  and $x/educational/learningresourcetype/value=
    "ejercicio"
  and $x/general/title= "redes LAN"
  and $x/lifecycle/contribute/role/value="Autor"
  and $x/lifecycle/contribute/centity= "Areli"
return $x
```

Es importante señalar que, para saber si el autor del OA es “Areli”, se hace necesario introducir en la cláusula *where* las referencias a los atributos *role* y *centity*, respectivamente, que se encuentran debajo de */lom/lifecycle/contribute* en la jerarquía LOM.

D. Generación del Paquete SCORM

Los OAs recuperados son finalmente ensamblados en un paquete SCORM. Para crear este paquete, además de las referencias a los OAs, es necesario generar todos los metadatos necesarios para formar el paquete.

IV. IMPLEMENTACIÓN PROTOTIPO

Como se mencionó anteriormente, hemos implementado un sistema prototipo funcional para probar nuestra propuesta. La Fig. 3 muestra la arquitectura general del sistema, la cual se explica a continuación.

La consulta del usuario es la entrada del Analizador, que implementa un analizador sintáctico y un analizador morfológico. Durante el proceso de análisis, las palabras clave se almacenan en la estructura sintáctica correspondiente. Dicha estructura es analizada después por el Generador de Consultas (GC) que construye la estructura semántica correspondiente. El GC determina si es necesario el uso de ontologías y, si es así, las palabras clave son enviadas al Gestor de la Base de Conocimiento (GBC) que envía los términos encontrados en la Base de Conocimiento (BC) al GC

que interactúa con el usuario, mostrándole los términos relacionados de tal forma que el usuario puede elegir de entre ellos para refinar la consulta. Enseguida, el GC genera una o varias consultas XQuery, que se envían a una infraestructura de mediación que actúa como Proveedor de OAs. Los resultados recuperados por esta infraestructura son utilizados por el Empaquetador de Contenidos (EC) para crear un paquete SCORM, que finalmente se entrega al usuario.

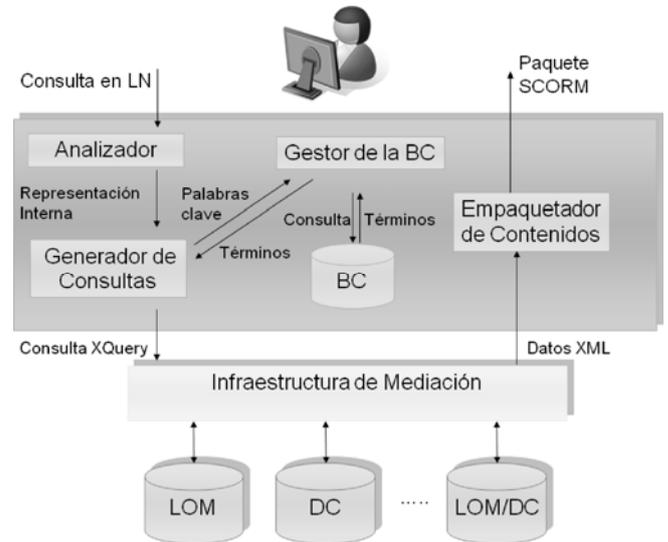


Fig. 3. Arquitectura del sistema prototipo

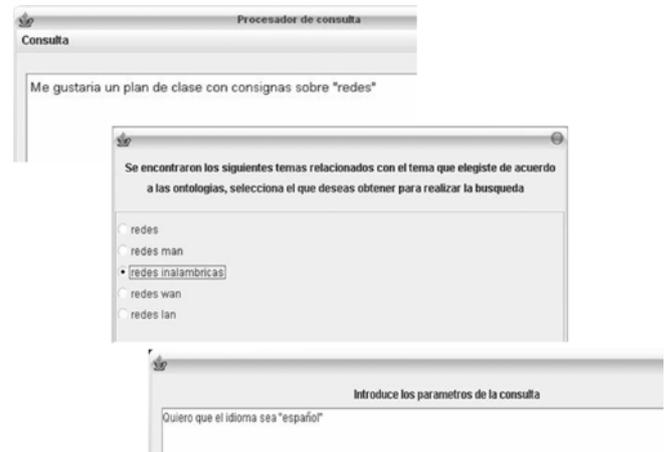


Fig. 4. Sesión típica

La Fig. 4 muestra una sesión típica con el sistema. En la parte superior se muestra la pantalla inicial donde el usuario puede capturar su consulta, que en este caso es una consulta para obtener una clase sobre “redes”. La ontología entonces es consultada para encontrar términos relacionados con el original, y si es así, se muestran al usuario que elegirá de entre ellos los que desee utilizar. En el ejemplo, los términos relacionados encontrados en la ontología son “redes MAN”, “redes inalámbricas” (el cuál es seleccionado por el usuario), “redes WAN” y “redes LAN”. Si la consulta inicial no considera ninguna restricción, el sistema preguntará al usuario

si él quiere añadir alguna a la consulta. Si es así, el usuario podrá capturar las restricciones que desee para refinar la consulta. En el ejemplo, el usuario decide restringir la búsqueda de OAs a aquellos solamente en Español.

La Fig. 5 muestra la pantalla que aparece cuando se encuentra más de un objeto de aprendizaje satisfaciendo las restricciones definidas por el usuario. Aquí el usuario puede elegir los que serán almacenados en el paquete SCORM resultante. Para crear un paquete con un solo OA de tipo ejercicio, el usuario puede elegir solamente un OA, mientras que para crear un paquete representando una clase, él/ella puede elegir varios OAs (de tipo ejercicio) para ser ensamblados en el paquete generado. Finalmente, una vez que los OAs han sido seleccionados, se mostrará al usuario una pantalla donde él podrá elegir la ruta en el sistema operativo donde el paquete SCORM generado será almacenado.

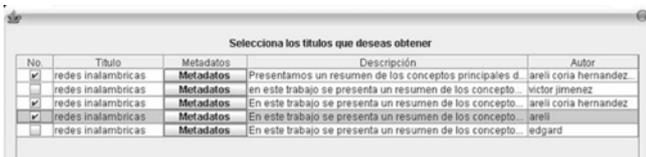


Fig. 5. Un usuario puede elegir uno o más OAs relacionados con el original

V. TRABAJOS RELACIONADOS

Varios trabajos han propuesto soluciones basadas en el procesamiento del lenguaje natural para ambientes de e-Learning. Particularmente, los trabajos en [5] y [6] son cercanos a los nuestros. [5] propone un enfoque para la recuperación multilingüe de documentos basada en ontologías. Ese enfoque permite al usuario expresar una consulta en cualquier idioma que sea parte del sistema y recuperar documentos en idiomas seleccionados. Una ontología de dominio y léxicos término-concepto, conteniendo términos sinónimos en donde puedan aplicarse, se utilizan para superar discrepancias entre la consulta y las palabras que ocurren en los documentos, ya sea en una situación monolingüe para los idiomas individuales o bien para el caso multilingüe.

En [6], los autores presentan un enfoque ontológico para la recuperación semántica de objetos de aprendizaje, que puede ser incluido en otros mecanismos de búsqueda basados en LOM. Aunque estos trabajos también utilizan ontologías para mejorar la recuperación de OAs, no consideran la creación de OAs complejos a partir de otros más simples como lo hacemos en este trabajo. Además, estamos considerando la gramática particular de la lengua española.

VI. CONCLUSIONES

Este capítulo presentó un enfoque basado en lenguaje natural para recuperar y ensamblar objetos de aprendizaje complejos. El usuario indica sus necesidades en una consulta expresada en un subconjunto del Español y dicha consulta es procesada con el fin de obtener un paquete SCORM ensamblando los OAs de interés. Durante el proceso de evaluación de la consulta se usan ontologías para ayudar al

usuario a refinar su consulta. Este trabajo representa un primer paso hacia la creación automática de paquetes SCORM a partir de OAs desempaquetados y de otros paquetes SCORM.

Nuestro trabajo futuro incluye ampliar el subconjunto de la lengua española que consideramos en este trabajo para aumentar su poder de expresividad. También prevemos la incorporación de mecanismos similares a los descritos en [5] para hacer la recuperación de OAs más precisa y relevante. Finalmente, es también deseable mejorar la generación de los paquetes SCORM en el prototipo, porque actualmente los OAs solo se referencian usando el atributo *Technical.Location* de LOM en vez de incorporar el OA físico en el paquete, que lo haría disponible incluso en la ausencia de una conexión a Internet.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a los anónimos revisores de este capítulo por sus útiles comentarios.

REFERENCIAS

- [1] RELOAD Project. *Reusable eLearning Object Authoring and Delivery RELOAD* [en línea] [último acceso: marzo, 2010] (2010). Disponible en: <http://www.reload.ac.uk/>.
- [2] W3C Committee. *XML Path Language (XPath) 2.0* [en línea] [último acceso: marzo, 2010]. Reporte Técnico, W3C (2007). Disponible en: <http://www.w3.org/TR/xpath20/>
- [3] W3C Committee. *XML Query (XQuery)* [en línea] [último acceso: marzo, 2010]. Reporte Técnico, W3C (2007). Disponible en: <http://www.w3.org/TR/xquery/>.
- [4] F. Porto, A.M. de C. Moura, A.P. Fernandez, A. Fernandes, F.J.C. da Silva, G.H.B. de Campos, L. Coutinho. *ROSA: A Data Model and Query Language for E-Learning Objects*. En: Proceedings of the PGLDB Research Conference. Rio de Janeiro, Brazil (2003) 91-104.
- [5] M.C. Lee, K.H. Tsai, T.I. Wang. *An Ontological Approach for Semantic-Aware Learning Object Retrieval*. En: Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06), IEEE Computer Society (2006)
- [6] E. Mossel. *Crosslingual Ontology Based Document Retrieval*. En: Proceedings of the Workshop on Natural Language Processing and Knowledge Representation for eLearning Environments (2007)



decisiones y al e-Learning.

Edgard Benítez-Guerrero. Doctor en Informática graduado de la Universidad de Grenoble en Francia, con maestría en Informática por la misma universidad y maestría en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana, es actualmente Profesor-Investigador del Laboratorio de Tecnologías de Información del CINVESTAV-IPN, Unidad Tamaulipas (México). Miembro actual de la IEEE Computer Society y de la ACM. Sus áreas de interés son la gestión y el análisis de de datos en ambientes fijos y móviles aplicados a la toma de



Carmen Mezura-Godoy. Doctora en Informática graduada de la Universidad de Savoie en Francia, con maestría en Inteligencia Artificial por la Universidad Veracruzana y maestría en Informática por la Universidad de Grenoble Francia, es actualmente Profesora-Investigadora de la Facultad de Informática de la Universidad Veracruzana (México). Sus áreas de interés son: Groupware, Objetos de aprendizaje, e-Learning, Regulación y SMA.



Areli Coria-Hernández. Maestra en Ciencias de Computación por el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, LANIA, A.C. (México). Sus áreas de interés son: Procesamiento de Lenguaje Natural, e-Learning.



Alma-Rosa García-Gaona. Doctora en Educación Internacional, graduada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, con Maestría en Ciencias de la Computación por la UNAM, actualmente es Profesora de Tiempo Completo y Directora y de la Facultad de Estadística e Informática, de la Universidad Veracruzana (México). Es Responsable del Cuerpo Académico Tecnología Computacional y Educativa en el que se cultiva la línea de investigación Tecnología de Objetos de Aprendizaje. Imparte cursos relacionados con las Tecnologías de la Información, Algoritmos y Estructuras de Datos, Bases de Datos e Ingeniería de Software. Sus áreas de interés son e-Learning, Objetos de Aprendizaje y Bases de datos

Capítulo 2

La Extracción de Objetos de Aprendizaje con Metadatos de Diseño Pedagógico

Regina Motz, Claudia Badell, Martín Barrosa y Rodolfo Sum

Title— Learning Object Extraction with Pedagogical Design Metadata.

Abstract—The generation of digital objects is a costly task and also there are very few tools that support the extraction of learning objects from existing digital materials. In this paper we present the general architecture of a system to extract learning objects from digital material, such as for example HTML pages or Word documents. One of the main features of the proposal is that objects are annotated with metadata generated according to the characteristics of instructional design.

Keywords— Learning Object Metadata

Resumen— La generación de objetos digitales es una tarea costosa pero sin embargo existen hasta el momento muy pocas herramientas que apoyen la extracción de objetos de aprendizaje desde materiales digitales ya existentes. En esta comunicación presentamos la arquitectura general de un sistema para la extracción de objetos de aprendizaje desde material digital, como pueden ser por ejemplo páginas html o documentos word. Una de las características principales de la propuesta es que los objetos generados son anotados con metadatos de acuerdo a las características del diseño pedagógico en el cual se desean utilizar.

Palabras Claves— Objetos de Aprendizaje, Metadatos

I. INTRODUCTION

ACTUALMENTE la adopción y uso de la educación a distancia es cada vez más amplia, esto gracias a que permite salvar las limitaciones geográficas y temporales de los esquemas tradicionales de enseñanza. Al momento de preparar un curso a distancia sobre cualquier área temática, se cuenta con mucha información proveniente de diversos tipos de

fuentes. Dado que las características de estos cursos requieren tener en cuenta diferentes aspectos a los considerados en cursos presenciales, como la adecuación al perfil del alumno o interactividad, entre otros; seleccionar los materiales y modificarlos para este tipo de curso, tiene un elevado costo y requiere gran cantidad de tiempo y dedicación.

En la actualidad existen herramientas como Atutor [5] y Moodle [6] que facilitan al docente el armado de cursos a distancia. Estas herramientas generan paquetes SCORM [7] conteniendo los distintos materiales del curso, junto a un conjunto de metadatos según el estándar LOM [8]. Algunos de estos paquetes, se pueden ver como ricos contenedores de materiales sobre un área temática, pero no son construidos de forma que sus componentes puedan ser reutilizados. Esto es debido a la diversa granularidad de los recursos que se les agregan y a la falta de carga de metadatos en el proceso. En este contexto, surge la necesidad de poder extraer en forma automática Objetos Digitales de Aprendizaje (de aquí en más denominados ODAs).

Existen varias definiciones de lo que es un ODA, en APROA [1] se define como “la mínima estructura independiente que contiene un objetivo, una actividad de aprendizaje, un metadato y un mecanismo de evaluación, el cual puede ser desarrollado con tecnologías de información y comunicación (TIC) de manera de posibilitar su reutilización, interoperabilidad, accesibilidad y duración en el tiempo” y [2] como “material educativo digital, auto contenido y reutilizable, poseedor de información que permite describir su contenido (metadata)”. La IIE [3] lo define como “cualquier objeto, digital o no, que puede ser utilizado, reutilizado, o referenciado en el proceso de enseñanza apoyada por la tecnología” y Wiley [4] como “cualquier recurso digital que puede usarse repetidamente para facilitar el aprendizaje”. De las definiciones anteriores, y de muchas otras, se puede destacar un punto en común, que es el hecho de que deben ser reutilizables, para no replicar el esfuerzo que lleva la generación de contenidos educativos para distintas organizaciones.

Este trabajo fue presentado originalmente al CONGRESO CITA 2009.

Pertencen a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, Julio Herrera y Reissig 565, Montevideo, Uruguay (email: rmotz@fing.edu.uy, cbadell@fing.edu.uy, marbar81@hotmail.com y rodosum@hotmail.com).

El uso de ODA [3,4] se está consolidando en la comunidad de los educadores, valorándose positivamente sus características de re-utilización e interoperabilidad. Estas características se ven acrecentadas cuando se trabaja con ODAs de granularidad fina. Un ODA de granularidad gruesa puede ser un curso completo, mientras que ODAs de granularidad fina pueden ser ejemplos, definiciones, ejercicios. La herramienta que este trabajo presenta es un extractor de ODAs de granularidad fina. Otra característica importante de la propuesta es que los ODA son generados en forma automática desde el material digital y son provistos con metadatos que permiten su valoración respecto a su adecuación a un diseño pedagógico.

Algunas de las fuentes de información existentes para la extracción de ODAs pueden ser páginas HTML, documentos con formato pdf, wiki,s, paquetes SCORM [7] , etc. Por lo tanto, una solución al problema debe contemplar esta diversidad de fuentes, así como la posibilidad de cambiar el área temática objetivo y los aspectos pedagógicos relevantes. Otra característica importante de la solución es que debe permitir cambiar e incorporar nuevos motores de extracción y módulos de evaluación de calidad.

En este trabajo presentamos una arquitectura para la extracción, integración y carga de ODAs desde materiales digitales como pueden ser páginas web de cursos o documentos Word. La solución propuesta cuenta con las características mencionadas en el párrafo anterior. Se destaca además que la arquitectura propuesta, provee guías de extracción y generación de metadatos de acuerdo a la adecuación de los ODAs a un diseño pedagógico.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente forma. En la Sección 2 se presenta la arquitectura propuesta para la extracción, integración y carga de ODAs. En la Sección 3 se presenta un ejemplo concreto de aplicación de la propuesta. Finalmente en la Sección 4 se presentan algunas conclusiones y trabajos futuros.

II. ARQUITETURA PROPUESTA

Esta sección presenta la arquitectura general del proceso de extracción automática de ODAs, desde la entrada de fuentes al módulo extractor, hasta la obtención de un paquete SCORM que contiene los ODAs obtenidos a partir de ellas. El diagrama de la Fig. 1 ilustra este proceso. Para la búsqueda y generación de ODAs, el módulo extractor recibe dos entradas que actúan como condicionantes a la hora de determinar si clasifica o no la información de cierta fuente. Dichas entradas son el modelo de dominio y el diseño pedagógico. El modelo de dominio plantea el área temática que está siendo abordada, y el diseño pedagógico indica las características pedagógicas buscadas sobre la fuente. Los ODAs resultado, serán aquellos que cumplan las condicionantes planteadas por estas dos entradas.

El resultado del módulo extractor, es un conjunto de ODAs enriquecidos con metadatos (extraídos automáticamente) que

pasan a ser analizados por el módulo de calidad. Dicho módulo se encarga de medir la calidad de los ODAs en función de un conjunto de factores de calidad que son determinados por quien hace uso del sistema. El módulo de Calidad deja los ODAs anotados con nuevos metadatos sobre la calidad de los mismos. A modo de ejemplo, podría medirse la calidad en función de la fecha de última actualización o el grado de accesibilidad del material.

El conjunto de ODAs anotados con metadatos por los criterios de calidad son la entrada al módulo de integración. En el módulo de integración, el usuario podrá revisar los ODAs extraídos, y en función de esto, seleccionar cuáles han de ser persistidos por el módulo de carga y cuales no. Por defecto, la totalidad de los ODAs que ingresan al módulo integrador serán los que se persistan en el módulo de carga. Los ODAs seleccionados junto a los metadatos obtenidos, tanto de forma automática como manual, son tomados por el módulo de carga y empaquetados utilizando el estándar SCORM.[7] Por restricciones de espacios se detalla a continuación solamente el Módulo Extractor.

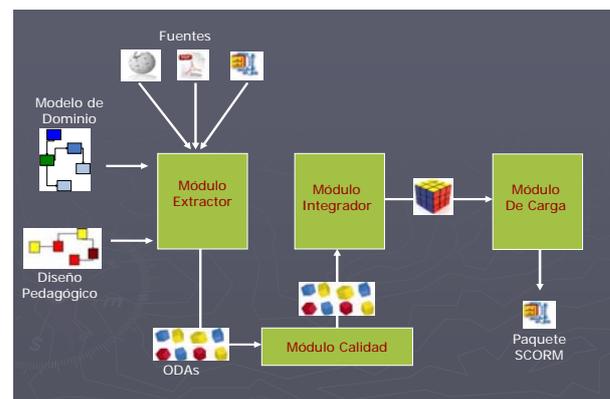


Fig. 1. Arquitectura general propuesta.

Modulo Extractor

El módulo Extractor es el encargado de identificar los ODAs desde materiales digitales (fuentes de información) y colocarles los metadatos adecuados respecto a las características deseadas para un diseño pedagógico. Las fuentes de información sobre las que nos concentramos actualmente son páginas html y paquetes SCORM. En el caso de paquetes SCORM, puede suceder que todo un curso sea el ODA y el interés es extraer ODAs de granularidad más fina como pueden ser ejemplo, ejercicios, definiciones, teoremas, etc. Otras de las entradas al Módulo Extractor es la especificación de las características del diseño pedagógico en que los ODAs extraídos serán utilizados y la terminología del dominio específico o sea la temática sobre la que se está trabajando (ej. Matemáticas, Historia, etc.). esta terminología se especifica por ontologías livianas. La Figura 2 muestra la arquitectura del modulo extractor.

El Módulo Extractor trabaja en dos niveles, un primer nivel donde se especifican los tipos de elementos que se quieren extraer. En este nivel, pueden clasificar los siguientes tipos de

elementos: definición, ejercicio, ejemplo, etc. Para la descripción de estos elementos se utiliza la ontología de cursos diseñada en el proyecto Red Educa [11]. En el segundo nivel se identifican los metadatos que acompañan a cada elemento del primer nivel, que deben estar identificados en las características del diseño pedagógico que se va a utilizar. En este nivel pueden encontrarse atributos como: nivel de interactividad, estilo de aprendizaje al que se apunta (holístico, analítico, visual, textual, etc.). Se trabaja con las características del diseño pedagógico escrito en reglas de negocio usando el motor de reglas Drools [13] Drools (conocido también como JBoss Rules) es un motor de Reglas de Negocio implementado totalmente en Java, gratuito y encadenado hacia delante. Los objetos que se crean se van almacenando en una memoria de trabajo, y estos objetos son luego evaluados para saber qué reglas cumplen sus

condiciones y cuales no. Las reglas, cuyas condiciones evalúan en Verdadero, provocan que se ejecuten las instrucciones que fueron declaradas en sus respectivas consecuencias. Un ejemplo de regla implementada en la primera versión del proyecto [10] se presenta en la Tabla 1. Como se aprecia en este ejemplo, se aprovecha la estructura definida por LOM y por medio de ella se realiza una búsqueda en cada instancia de ODA para identificar cuales cuentan con un elemento del tipo grafico. La sintaxis es muy sencilla y permite realizar reglas que de otra forma se convertirían en un código complejo y extenso. Además de reglas, Drools nos da la opción de manejar consultas (Query). El objetivo es que se puedan realizar ciertas consultas (filtros) sobre los objetos que mantenemos en nuestra memoria de trabajo.

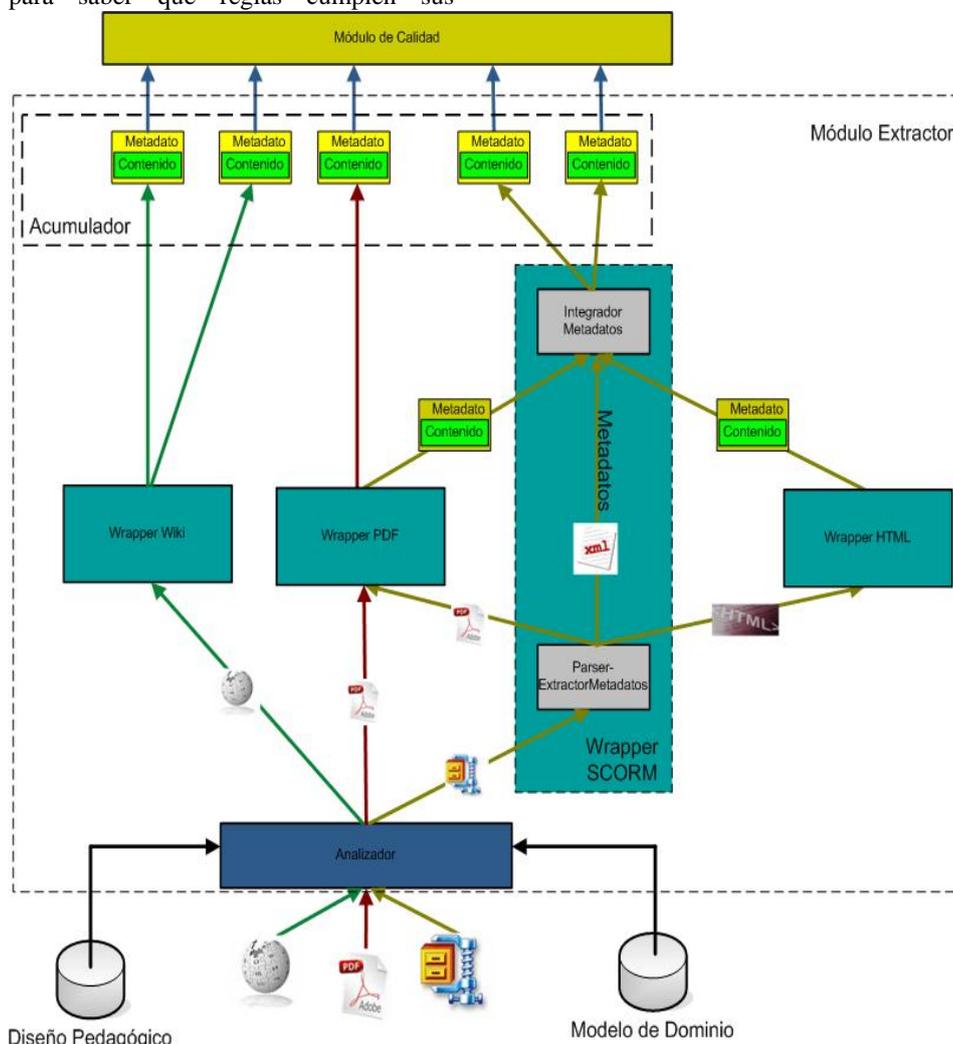


Fig. 2. Módulo Extractor.

Tabla 1. Ejemplo de regla

```
rule "Look for a graphic"
salience 10
when o:ODA() eval(
o.getLomMetadata().searchEducationalLearningResourceType("figure") |
o.getLomMetadata().searchEducationalLearningResourceType("slide") ||
```

```
o.getLomMetadata().searchEducationalLearningResourceType("graph") ||
o.getLomMetadata().searchEducationalLearningResourceType("diagram"))
then String s = "At least it has a graphic";
System.out.println(s);
m = MessageHandler.getInstance();
m.addRuleFired(9);
end
```

Es de especial atención desde el punto de vista pedagógico la categoría Educational de LOM que traen los Objetos de Aprendizaje (ODA) empaquetados en el Standard SCORM. . Dentro de la categoría Educational se encuentra el metadato Learning Resource Type, donde distinguimos a los siguientes tipos:

- *Gráfico*: diagram, graph, slide, figure.
- *Texto*: exercise, simulation, questionnaire, index, table, narrative text, exam, experiment, problem statement, self assessment, lecture, definition, example, FAQ, theorem, activity, conclusion, demonstration, objective, midterm examination

Además se agregan los tipos que son significativos para la organización del curso:

- notice board (cartelera)
- time-table (horarios)
- program (programa)
- scheduler (cronograma)
- automatic receiver (entrega de tareas online)

Para los mails, foros y newsgroup se usará el formato VCARD.

Considerando que el Diseño Pedagógico que estamos formalizando maneja como principal característica el nivel de interactividad del curso, agregamos un valor de interactividad para cada elemento. Para los textos definimos pesos de interactividad de acuerdo a los elementos significativos en su aporte a interactividad, como muestra la Tabla 2, siendo 1 el valor más bajo y 10 el máximo.

Tabla 2. Pesos de interactividad para los textos

Tipo de texto	Valor de interactividad (1-10)
Questionnaire	1
Exercise	2
Midterm examination	2
Exam	2
Demonstration	2.5
Simulation	4
Problem statement	4
Self assessment	8
Experiment	9
Activity	10

Para los medios de contacto definimos la tabla 3 con los pesos de interactividad correspondientes.

Tabla 3. Pesos de interactividad para medios de contacto

Medio de contacto	Valor de interactividad (1-10)
e-mail	5
news	8
foros	9

Luego de realizada la etapa de extracción de los ODA con metadatos correspondientes al diseño pedagógico, corresponde anotar los atributos de Calidad que se quieren evaluar sobre los ODAs extraídos. Actualmente este módulo es un trabajo en desarrollo bajo el proyecto JARDIN-LACCIR

[12]. La aspiración es que este proceso se realice en forma automática. Para este fin se está utilizando el mismo enfoque que el usado en los trabajos [14] y [15] A modo de ejemplo, algunos posibles factores de calidad generales a evaluar sobre los materiales son: frescura, semántica, sintaxis, precisión, reputación del origen de la fuente.

Los ODAs extraídos en el módulo extractor junto a las anotaciones agregadas por el módulo de calidad, son ingresados al Módulo de Integración. Esta información es presentada gráficamente al usuario para que, en función de los resultados de búsquedas y calificaciones de calidad, determine cuales son los ODAs que han de ser persistidos por el Módulo de Carga.

El Módulo de Carga tiene como objetivo ingresar los ODAs procesados junto a sus metadatos a un Repositorio de ODAs. Para que estos ODAs sean fácilmente re-utilizables en las diferentes plataformas de LMS se los empaqueta con el estándar SCORM. Para generar el paquete SCORM con dichos metadatos a partir de un grupo de recursos electrónicos de un curso, se utilizó el editor de paquetes SCORM Reload Editor [11]. El editor permite una gran variedad de estructuras para el paquete SCORM. Dentro del mismo se ven tres secciones principales:

- Metadata
- Organizations
- Resources

La sección Resources contiene los recursos del paquete SCORM, estos recursos son los archivos electrónicos que se encuentran en el curso. Luego, la sección Organizations contiene distintos ítems los cuales utilizamos para representar a los ODAs. A estos ítems se les puede agregar metadata en estándar LOM, donde agregamos la información extra del ODA. Este editor permite extensiones del estándar LOM, como se muestra en la Fig.3.

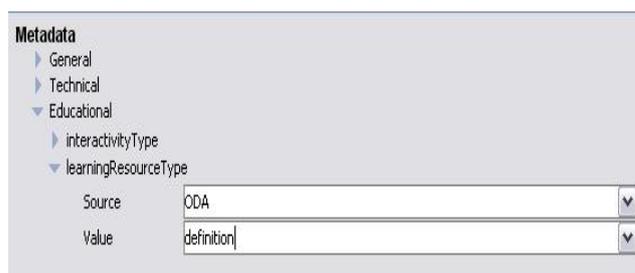


Fig. 3. Ejemplo de extensión de LOM.

I. EJEMPLO DEL MODULO EXTRACTOR

A continuación se presenta un ejemplo en el cual se muestra las entradas del Módulo Extractor así como también algunas de las dificultades mencionadas en las secciones anteriores. Como fuente se dispone un paquete SCORM que fue generado con Atutor, sobre el área temática de la Verificación de Software (Modelo de Domino). El tipo de ODA que se desea extraer son “definiciones”.

El primer análisis del paquete SCORM indica que se dispone de una página HTML y que para ese recurso no se tienen metadatos. El siguiente paso es aplicar las reglas gramaticales para identificar las definiciones en la página. Para esto se utilizan reglas gramaticales del lenguaje (GLR de su nombre en inglés) definidas en el proyecto ODAWeb [9] Estas reglas deben ser ajustadas específicamente para el lenguaje utilizado en el texto y ellas son de la forma descripta en la Fig.4.

1	[<verb>] + <substantive> + “es” + <substantive> + [<verb>]
2	<verb> + <substantive>+ “como” + <substantive> + [“que” + <verb>]

Fig.4: Ejemplo de GLR para “Definición”.

La verificación tiene dos objetivos

Encontrar defectos en los productos

Evaluar la calidad de los productos

Una forma de verificar es revisar los productos en busca de defecto. Esta forma es conocida como verificación estática. La revisión puede ser usada en cualquier producto de software: especificación de requerimientos, planes, diseño, código, pruebas entre otros. Es una forma directa de encontrar defectos.

Otra forma de verificar es ejecutando los productos que son ejecutables. Esta forma es conocida como verificación dinámica. Normalmente este tipo de verificación es la que conocemos como prueba o test. Es una forma indirecta de encontrar defectos ya que lo que se está buscando es hacer fallar el software. Luego, mediante alguna otra técnica, se busca al defecto que provoca la falla encontrada.

La definición de verificación para este curso es:

The process of evaluating a system or component to determine whether the products of a given development phase satisfy the conditions imposed at the start of the phase. [IEEE]

Lo que se puede traducir en:

El proceso para evaluar un sistema (o componente) para determinar si los productos de una fase de desarrollo dada satisfacen las condiciones impuestas al comienzo de esa fase.

Por ejemplo, se tienen los requerimientos de una aplicación y se va a pasar a la fase de diseño de alto nivel.

Además, en este proyecto se usa para el diseño los diagramas UML de clase y de secuencia. Siguiendo la definición: el producto es el diseño que se obtiene al finalizar la fase de desarrollo "Diseño de alto nivel" y las condiciones impuestas son los requerimientos de la aplicación y el uso exclusivo de diagramas UML de clase y secuencia.

Entonces, en este caso, la verificación es intentar determinar si el diseño obtenido es tal que logra satisfacer los requerimientos de la aplicación y cumple con el correcto uso de los diagramas apropiados sin contener ningún defecto. Decir "sin contener ningún defecto" es una redundancia que vale la pena; redundancia porque si hay defectos entonces no se cumple de forma satisfactoria con las condiciones impuestas, y vale la pena esta redundancia para no perder de vista uno de nuestros grandes objetivos: encontrar defectos en los productos

Fig.5. Ejemplos de extracción de ODA “definición”.

La Fig. 5 muestra parte de la página HTML fuente de información sobre la que se desea extraer ODAs de característica “definición”. Usando las reglas gramaticales que dispone el sistema actualmente, se identifica y extraen definiciones como los indicados en el 1er., 2do, 4to, y 5to recuadro (Fig. 5). Las definiciones que se encuentran en el tercer y sexto recuadrado (Fig. 3) presentan problemas. La definición del recuadro tercero no es extraída con las reglas gramaticales actuales pero es fácil extender las reglas para su extracción. La frase que se encuentra en el sexto recuadrado, cumple con una de las reglas gramaticales con las que se dispone, pero no es una definición. Descartar frases como la anterior es un desafío a resolver. La generación de los metadatos para las definiciones que se extraen (Fig. 5) corresponden en ambos casos para la característica Estilos de Aprendizaje: “Recurso Textual” ya que no se identificó ningún archivo con imágenes o video asociado a las definiciones y como nivel de Interactividad “Cero”.

II. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

En este trabajo presentamos la arquitectura general de una herramienta para la extracción de objetos digitales de aprendizaje desde materiales digitales. El aporte más relevante en el proceso de extracción de objetos de aprendizajes presentado es la consideración del diseño pedagógico para la generación de metadatos adecuados. En [16] se presenta una primera experiencia de uso de esta herramienta en la extracción de objetos de aprendizaje desde materiales de un curso de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. Actualmente el proyecto se encuentra en la fase de incorporación de esta herramienta a el asistente pedagógico que se está desarrollando en el marco del proyecto JARDIN [12]. Como pasos inmediatos se pretende asociar a este enfoque los Lenguajes de Modelado Educativo [17].

ACKNOWLEDGMENT

Los autores agradecen al Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo (CYTED) su soporte para este trabajo mediante el proyecto CYTED-508AC0341 “SOLITE- SOFTWARE LIBRE EN TELEFORMACIÓN” y al programa Latin American and Caribbean Collaborative ICT Research (LACCIR)- Proyecto JARDIN- LACCIR-RFP2007.

REFERENCES

- [1] APROA Comunidad - ¿Qué es un Objeto de Aprendizaje <http://www.aproa.cl/1116/propertyvalue-5538.html>
- [2] APROA Comunidad – FAQ: Sobre Objetos de Aprendizaje <http://www.aproa.cl/1116/article-68380.html> -
- [3] IEEE – Learning Technology Standards Comité <http://ieeeltsc.org/>
- [4] Wiley D. A. The Instructional Use of Learning Objects: Version online <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc> -
- [5] ATutor - www.atutor.ca

- [6] Moodle - www.moodle.org
- [7] SCORM-Sharable Content Object Reference Model
www.adlnet.gov/scorm/index.aspx
- [8] LOM - <http://ltsi.ieee.org/wg12/>
- [9] Raquel Sosa, Andrea Rodríguez, Regina Motz. Adquiriendo Metadatos para Objetos de Aprendizaje En First Latin American Conference on Learning Objects (LACLO 2006) October 23 - 27, Guayaquil, Ecuador.
- [10] Proyecto ODA Asistente Pedagógico
www.fing.edu.uy/inco/grupos/csi/esp/Proyectos/ODA/index.html
- [11] Proyecto Red Educa
<http://www.fing.edu.uy/inco/grupos/csi/esp/Proyectos/Educa/nuevoSitio/index.html>
- [12] Proyecto JARDIN-LACCIR
<http://www.laccir.org>
- [13] Drools - <http://labs.jboss.com/drools/>
- [14] M. Oliver, G. Conole, "Assessing and Enhancing Quality using Toolkits", Quality Assurance in Education, Volumen 8, Número 1, 2000, pp. 32-37.
- [15] http://www.londonmet.ac.uk/ltri/demos/media_adviser_files/Elt14.pdf
- [16] R. E. Ruiz Gonzalez, J. Muñoz Arteaga, y F. Álvarez Rodríguez, "Formato para la determinación de la Calidad en los Objetos de Aprendizaje". LACLO 2006, 1ra. Conferencia Latinoamericana de Objetos de Aprendizaje. Guayaquil, Octubre 23-27, 2006.
- [17] Claudia Badell, Regina Motz, Rodolfo Sum, Martín Barrosa, Gabriel Diaz, Manuel Castro. "LooKIng4LO: Sistema Informático para la extracción automática de Objetos de Aprendizaje". V Congreso Iberoamericano de Telemática (CITA 2009).
- [18] Manuel Caeiro-Rodríguez, Martín Llamas-Nistal, Luis Anido-Rifón, António José Méndez. Supporting the Modeling of Flexible Educational Units, POEM: A Separation of Concerns Approach. Journal of Universal Computer Science, Vol 13, n 7 (2007), 980-99.

Regina Motz, Claudia Badell, Martín Barrosa y Rodolfo Sum



de Información del mismo instituto.

Regina Motz es Doctor en Computación por la Technische Universität Darmstadt, Alemania (2004). Master en Informática por la Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, (1990). Ingeniera de Sistemas en Computación por la Universidad de la República, Uruguay (1988). Actualmente se desempeña como Profesor Titular del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República y como coordinadora del grupo de investigación Sistemas



Claudia Badell es Ingeniería de Sistemas en Computación por la Universidad de la República (2008), Uruguay. Actualmente se desempeña como Ayudante del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. A su vez, es coordinadora del equipo de testing en Timba Software Corporation.



Martín Barrosa es Analista en Computación por la Universidad de la República, Uruguay (2006). Estudiante avanzado de la carrera Ingeniería de Sistemas en Computación por la Universidad de la República, Uruguay. Actualmente se desempeña como Analyst/Developer en el HSBC.



Rodolfo Sum es Ingeniero de Sistemas en Computación por la Universidad de la República, Uruguay (2009). Actualmente se desempeña como Ayudante del Instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República en varios proyectos del área de educación a distancia.

Capítulo 3

Gestão Colaborativa de Conteúdo Educacional

Liane M. R. Tarouco, Marcelo A. R. Schmitt, Alessandra P. Rodrigues, Rosa M. Viccari

Title—Collaborative Management of Educational Content.

I. INTRODUÇÃO

Abstract—The dissemination of information and communication technology for learning as well as the proliferation of authoring tools resulted in a significant increase in the production of digital educational products. This fact demanded the deployment of content management systems that permit the creation, management and reuse of multimedia learning resources. This paper presents and comments current alternatives for management of learning content that support collaboration: LMS (Learning Management Systems), CMS (Content Management System) and LCMS (Learning Content Management Systems).

Keywords—CMS, LCMS, educational content, management, collaboration

Resumo—A disseminação das tecnologias de informação e comunicação no ambiente educacional aliada à proliferação de ferramentas de autoria resultou em um aumento considerável da quantidade de material educacional digital produzido. Tal fato fez emergir a necessidade de sistemas de gestão de conteúdo capazes de criar, gerenciar e reaproveitar recursos de aprendizagem multimídia. Este artigo apresenta e comenta as alternativas atuais para gerência de conteúdo educacional que apoiem a colaboração: LMS (Sistema de Gestão de Aprendizagem), CMS (Sistema de Gestão de Conteúdo) e LCMS (Sistema de Gestão de Conteúdo Educacional).

Palavras-Chave—Sistema de Gestão de Aprendizagem, Sistema de Gestão de Conteúdos, Sistema de Gestão de Conteúdo Educacional, conteúdo educacional, gestão, colaboração

Este trabalho foi apresentado originalmente no XIII Ciclo de Palestras Novas Tecnologias na Educação e publicado na Revista Novas Tecnologias na Educação, Vol. 7, No 1 (2009), ISSN 1679-1916.

L. M. R. Tarouco é professora do CINTED-UFRGS e PGIE-UFRGS, Brasil (email: liane@penta.ufrgs.br).

M. A. R. Schmitt é professor do Instituto Federal do Rio Grande do Sul e doutorando no Programa de Pós-graduação em Informática na Educação da UFRGS, Brasil (email: schmitt@poa.ifrs.edu.br).

A. P. Rodrigues é professora do Instituto Federal Sul-rio-grandense e doutoranda no Programa de Pós-graduação em Informática na Educação da UFRGS, Brasil (email: ale@ufrgs.br).

R. M. Viccari é professora CINTED-UFRGS e PGIE-UFRGS, Brasil (email: rosa@inf.ufrgs.br).

O desenvolvimento e a gestão de grandes volumes de conteúdo educacional digital envolvendo atividade colaborativa impõem desafios e complexidades não triviais. O acervo de objetos de aprendizagem desenvolvidos de forma independente ou colaborativa em uma instituição constitui um recurso valioso que precisa ser preservado, e neste sentido, este trabalho analisa estratégias para seu armazenamento de forma organizada, recuperação e acesso e, por último, mas não menos importante, é necessário buscar soluções que sejam capazes de ensejar portabilidade dos objetos de aprendizagem para que possam ser utilizados em diferentes contextos. Para superar tais desafios torna-se necessário dispor de alternativas metodológicas e tecnológicas para criar, gerenciar e reaproveitar recursos de aprendizagem multimídia em diversos contextos e dispositivos. Adicionalmente é preciso coordenar esforços de desenvolvimento das pessoas que colaboram para a produção do conteúdo educacional digital com vistas a alcançar maior sinergia.

Conforme discutido por [5], uma solução para essa necessidade passa pela estratégia de construção do conteúdo educacional digital em consonância com a metodologia orientada a objetos para facilitar sua reutilização. Os recursos educacionais construídos segundo esta estratégia passaram a ser denominados objetos educacionais ou objetos de aprendizagem (*learning objects*). Adicionalmente, inspirada no sucesso do movimento de software livre e da iniciativa OpenCourseWare (OCW) do *Massachusetts Institute of Technology* [18], cresce no ambiente acadêmico a ideia de disponibilizar cursos e conteúdos de forma livre e aberta. Os Recursos Educacionais Abertos (REA), mais conhecidos por sua sigla em inglês OER (*Open Educational Resources*) são recursos voltados para o ensino, aprendizagem e pesquisa, disponibilizados de forma livre e aberta para a comunidade acadêmica em geral. Entre estes recursos incluem-se os conteúdos digitais de aprendizagem, ferramentas de apoio ao desenvolvimento e ao uso destes conteúdos, bem como demais recursos necessários para a disponibilização destes conteúdos e cursos de uma forma livre e aberta. Segundo [5], o termo *Open Educational Resources* tem suas raízes nos primeiros

esforços na padronização e conceituação dos objetos de aprendizagem. Com a evolução da utilização dos objetos de aprendizagem, Wiley definiu em 1998 o conceito de *Open Content* e criou a *Open Content License/Open Publication License*, visando à popularização dos conceitos do movimento FLOSS (*Free Libre and Open Source Software*) aplicados ao desenvolvimento de conteúdos educacionais. Com esta proposta, o contexto de equipe colaborativa amplia-se estendendo-se além das fronteiras de uma instituição incluindo pessoas e instituições diversificadas o que torna a necessidade de um suporte organizado para apoiar a colaboração ainda mais crucial.

Apoiar o trabalho colaborativo para que as equipes possam atuar com a maior sinergia possível demanda soluções que facilitem a construção do conteúdo educacional, estruturado/organizado na forma de objetos de aprendizagem. Isto implica tanto decisões de projeto e construção dos objetos educacionais quanto à utilização de sistemas de apoio à gerência colaborativa do processo. O compartilhamento de objetos educacionais pode ser condicionado a aspectos legais, financeiros e técnicos e, por este motivo, o acesso aos mesmos pode e deve ser controlado, e este controle de acesso também demanda a utilização de soluções para gestão de conteúdo educacional. As seções subsequentes deste trabalho apresentam e comentam algumas soluções para apoiar a gestão colaborativa de conteúdo educacional envolvendo funcionalidades inerentes aos ambientes de LMS, CMS e LCMS.

II. ESPAÇO DE INFORMAÇÃO COMPARTILHADO PARA APOIAR A COLABORAÇÃO

Para colaborar, as pessoas precisam se comunicar, coordenar esforços e cooperar. Conforme proposto por [12], isto demanda a necessidade de um espaço de informação compartilhado, conforme apresentado na figura 1.



Figura 1: O modelo 3C proposto por [12].

As ferramentas de comunicação mediada por computador podem ser utilizadas para facilitar a comunicação entre

pessoas dispersas no espaço e tempo, e organizar as informações trocadas. Mas no centro de todos os processos 3C está o espaço de informação compartilhada, pois os indivíduos têm que trocar informações (comunicação), organizar-se (coordenação) e operar em conjunto num espaço compartilhado (cooperação). No presente artigo foram avaliadas a evolução e atuais tendências em termos de suporte ao compartilhamento de informações visando dar suporte à colaboração no desenvolvimento de conteúdo educacional.

As próximas seções deste trabalho discutem os mecanismos de suporte à criação de um espaço de informação compartilhada capaz de apoiar um processo de construção colaborativa de objetos de aprendizagem. Neste sentido são analisadas as funcionalidades existentes em AVA - Ambiente Virtual de Aprendizagem (ou LMS), em Sistemas de gestão de conteúdo (ou CMS) e em Sistemas de gestão de conteúdo educacional (ou LCMS).

III. GESTÃO DE CONTEÚDO NOS AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM

A disciplina Gestão de Conteúdo, como é conhecida hoje, surgiu há pouco tempo. Evoluiu a partir de ferramentas criadas para facilitar o oneroso trabalho de editar e gerenciar as páginas de um site na internet. Estas ferramentas são comumente chamadas de CMS. Embora os AVAs (Ambientes Virtuais de Aprendizagem) possam oferecer algumas funcionalidades de CMS seu foco de atuação não é o mesmo. Um AVA, ou LMS, ou ainda VLE (*Virtual Learning Environment*), é uma aplicação que tem por objetivo principal o gerenciamento da oferta eletrônica de cursos [24]. Tal aplicação permite que uma instituição organize seus cursos, professores e alunos. Além disso, permite que o professor organize o seu curso estabelecendo atividades, disponibilizando materiais de aprendizagem, determinando prazos, controlando a participação, atribuindo conceitos, comunicando-se com os alunos, etc. O LMS é o ambiente que substitui a sala de aula convencional no *e-learning*. Para [24], LMS é um software que provê a infraestrutura para o "*e-learning*".

Dentre as funções comumente encontradas em um LMS, podem ser citadas:

- Gerência de usuários e suas autorizações (administrador, professor, tutor, aluno);
- Gerência de cursos (criação, cópia, autorização de acesso, definição da estrutura);
- Disponibilização de ferramentas de comunicação e cooperação (chats, fóruns, wikis, blogs);
- Avaliação de alunos.

Alguns exemplos típicos de LMS implementados como software livre são: Moodle [17], Sakai [25], Claroline [4]. Moodle é referido como sendo um *Learning Management System*, Sakai é referido por seus desenvolvedores como *Courseware Management Platform* e Claroline é referenciado por seus desenvolvedores como uma *eLearning* e *eWorking Platform*. Alternativas comerciais incluem o WebCT, que foi

originalmente desenvolvido por uma equipe da Universidade de British Columbia e atualmente é propriedade da Blackboard [3] e o *Lotus Learning Management System* [13], ambos referidos como *Learning Management Systems* em seus respectivos sites.

A produção de objetos de aprendizagem e o seu armazenamento não são, em princípio, funções inerentes a um LMS. É importante notar que, embora os LMSs tipicamente ofereçam algumas ferramentas para a criação de conteúdo, como editores de páginas HTML, integrando-se as suas funcionalidades básicas, não apresentam como característica fundamental ferramentas mais sofisticadas para a criação de objetos de aprendizagem multimídia que precisam ser produzidos externamente ao LMS e importados, através de links ou mesmo via transferência de arquivos para as estruturas internas do LMS (diretórios internos, lições, livros, etc). Apesar de usar objetos de aprendizagens, a organização da aplicação é basicamente centrada nos cursos ou nas disciplinas. A falta de mecanismos de suporte ao armazenamento dos conteúdos que permitam torná-los visíveis a usuários que não estejam inscritos em um determinado curso dificulta a reutilização. Ao não estabelecer como unidade de gestão os objetos de aprendizagem e sim os cursos, este tipo de ambiente impõe limitações para busca e acesso aos objetos de aprendizagem.

As carências no suporte à autoria e ao armazenamento de objetos de aprendizagem dificultam a colaboração na construção de conteúdo educacional, pois os conteúdos são desenvolvidos em um contexto externo ao LMS e, em muitos casos, o ambiente de desenvolvimento não está integrado ao ambiente de publicação. A inexistência de um repositório padronizado independente da organização dos cursos leva à duplicação de esforços de desenvolvimento de novos conteúdos educacionais pelo desconhecimento da existência de recursos previamente desenvolvidos, tais como textos, imagens, vídeos, animações, etc., e que poderiam ser utilizados na composição de conteúdos educacionais mais complexos ou serem reciclados para derivar conteúdos ajustados para contextos educacionais diferentes dos que levaram ao desenvolvimento original.

Evidenciando a demanda da comunidade por uma solução que facilite o desenvolvimento de conteúdo educacional reusável pode-se citar desenvolvimentos recentes no ambiente Moodle que começam a oferecer soluções em termos de suporte à produção de conteúdo educacional com potencialidade de portabilidade. Trata-se de ferramentas implementadas através de módulos adicionais que podem ser agregados ao Moodle. Uma dessas ferramentas que oferece mecanismos para produção de conteúdo passível de exportação para outros ambientes é a disponibilizada pelo módulo **Livro** [19]. O módulo Livro (*Book* no original) agrega mecanismos para a criação de conteúdo cuja estrutura organizacional é um conjunto de páginas que são apresentadas como um livro. Um índice é automaticamente produzido e mantido atualizado bem como elementos de navegação (botões de avanço e retrocesso). Elementos multimídia podem

ser agregados às páginas e o texto pode receber formatação mediante o uso de elementos HTML. Um editor do tipo WYSIWYG facilita a composição embora o acesso direto ao código HTML também seja possibilitado. Com esta ferramenta, grupos de autores de conteúdo educacional podem trabalhar colaborativamente em um livro editando páginas diferentes, embora o controle de mútua exclusão não ofereça o suporte tal como no caso da ferramenta Wiki que impede o acesso a uma página que esteja sendo editada. Um problema nesta ferramenta é que na versão atual (1.9) alunos não podem receber privilégios para edição de livros no Moodle. Para envolver alunos em uma atividade de construção de livros pode-se contornar esta limitação criando um curso onde os alunos sejam inscritos como professores. Depois que o livro está pronto, pode ser utilizado em outros cursos no mesmo ambiente Moodle ou ser transportado para outros ambientes, mas isto requer um processo de exportação para um formato de páginas HTML ou então pode-se usar a opção de empacotamento que esta ferramenta contém e produzir um arquivo zipado com todos os arquivos integrantes do livro (inclusive figuras) que contém ainda um arquivo de manifesto, estruturado de acordo como padrão IMS [10]. No caso do formato IMS, o arquivo zipado pode ser transferido para qualquer outro computador e posteriormente carregado para qualquer ambiente virtual de aprendizagem que tenha mecanismo para aceitar a importação de conteúdo empacotado segundo o padrão IMS, tal como o próprio Moodle.

Mas embora a incorporação do módulo Livro ao ambiente Moodle ofereça solução para o problema de portabilidade de conteúdo educacional o problema inerente à dificuldade para encontrar os conteúdos previamente desenvolvidos persiste. Outro módulo recentemente desenvolvido oferece mecanismos equivalentes aos de um CMS para o Moodle e será explicado na próxima seção.

IV. CMS - CONTENT MANAGEMENT SYSTEM

Um CMS é uma aplicação web que permite a criação de páginas para a web bem como seu gerenciamento. A ideia central é permitir que usuários com pouco domínio das linguagens utilizadas na Internet possam gerenciar uma razoável quantidade de conteúdo. Assim, programas como Joomla, Mambo, Drupal e Plone permitem que usuários construam páginas a partir de modelos e ferramentas disponibilizados. Algumas capacidades que caracterizam um CMS são as seguintes:

- definição e alteração do layout através de modelos (templates);
- organização do conteúdo de forma hierárquica;
- definição de estruturas de menus;
- definição de papéis de usuários relacionados com o fluxo de publicação (leitor, autor, revisor, editor, administrador);
- adição de ferramentas de terceiros (fóruns, chats, repositórios de imagens, repositórios de arquivos);
- controle de fluxo de trabalho (*workflow*).

Pode-se considerar que há claramente duas tarefas básicas em um CMS: a definição geral de como o conteúdo será visualizado e a publicação de conteúdo. A primeira tarefa consiste em criar ou utilizar determinado layout, definir menus, seções e formatos de apresentações visuais. A segunda consiste em tornar disponível o conteúdo. As aplicações CMS estabelecem um workflow para a publicação de conteúdos.

Percebe-se que um CMS não é um software com fins educacionais, embora possa ser utilizado para isso. Não apresenta as ferramentas necessárias para administração de cursos à distância, não é uma ferramenta de autoria para educação e tampouco é um repositório para objetos de aprendizagem. De fato, trata-se de um software utilizado por instituições para publicação de conteúdo na Internet. No entanto, a coordenação de ações utilizada para controlar a publicação de conteúdos pode ser muito útil na criação de conteúdo educacional de forma colaborativa. Algumas ferramentas que oferecem serviços de CMS foram analisadas: eGroupware [23], MrCute2 [27] e Joomla [2]. Estas ferramentas foram inspecionadas e serão comentadas a seguir.

A ferramenta **eGroupware** [23] embora tenha como foco principal prover funcionalidade de um CSCW ou egroupware corporativo, contém um módulo de CMS que oferece facilidade para carregamento de conteúdos, criação de categorias, menus e indexação dos arquivos carregados para o ambiente. A edição e a atualização da estrutura de informação e dos arquivos podem ser realizadas por uma equipe, desde que as permissões de acesso sejam apropriadamente configuradas. O site resultante pode ser acessado e os conteúdos ali depositados podem ser usados e "reciclados". Deste modo, tanto o conteúdo como o sistema de acesso pode ser acessado, uma vez que é feita indexação automática baseada em certos atributos informados sobre cada conteúdo. O eGroupware vinha sendo usado no CINTED/UFRGS em função de suas ferramentas de agendamento, wiki e controle de projetos e o surgimento recente das novas funcionalidades de CMS levaram ao início da experimentação dos mecanismos oferecidos para apoio à gestão colaborativa de conteúdo educacional.

Na instalação padrão, o Moodle não apresenta as características de um repositório de objetos de aprendizagem. Cada curso possui os seus próprios objetos que são acessíveis apenas pelos usuários cadastrados no curso. Para que um material seja utilizado há necessidade de importá-lo de um curso para o outro. Isto apresenta dois problemas: não há uma ferramenta de busca para que professores ou desenvolvedores encontrem materiais que lhes interesse e ocorre uma duplicação de dados, uma vez que os objetos importados são copiados de um curso para outro. O **MrCute** (*Moodle Repository Create Upload Tag Embed*) é um novo módulo desenvolvido para o Moodle pela equipe da *Worcester College of Technology* que permite incorporar ao Moodle funcionalidades de um CMS [27]. O módulo MrCute, atualmente na versão 2, permite carregar conteúdos educacionais empacotados de forma padronizada e atualmente

usa o padrão IMS [10]. Como resultado, o pacote carregado para o repositório fica acessível no ambiente Moodle, independentemente do curso em que foi carregado. O armazenamento do pacote (arquivo zipado) carregado é feito em uma parte da estrutura de arquivos do Moodle, externa a qualquer curso individual e pode ser configurado para ser compartilhado ou não. Isto permite que um educador cadastrado naquele servidor Moodle utilize a função de busca (usando palavras-chave, categorias) para localizar conteúdos apropriados e incorporá-los a qualquer curso. Além disso, o módulo permite a criação de pacotes IMS a partir de conteúdos já criados.

A solução ainda é restritiva uma vez que os mecanismos de busca e utilização restringem-se ao ambiente Moodle no qual o módulo foi instalado. Para permitir repositórios com acesso mais universais integrados ao Moodle, estão sendo desenvolvidos *plugins* para repositórios existentes. Espera-se que o Moodle 2.0 traga tal funcionalidade implementada para que, a partir do AVA seja possível utilizar objetos armazenados em servidores DSpace [7], por exemplo. Tais *plugins* serão semelhantes ao já disponível para o repositório DOOR [6] (*Digital Open Object Repository*).

Com este módulo é possível trazer para o repositório conteúdos externamente desenvolvidos, provenientes de repositórios tais como da *Open University* que disponibiliza módulos empacotados segundo diversos padrões (IMS, SCORM ou simples ZIP de arquivos) no site Open Learn [20]. Também é possível construir um conteúdo educacional usando o próprio Moodle, mediante o uso da ferramenta Livro anteriormente referida, por exemplo. Esta ferramenta oferece a possibilidade de exportação do conteúdo produzido com um empacotamento compatível com o padrão IMS, o que permite sua transferência para o próprio repositório disponibilizado pelo MrCute ou para um repositório de objetos de aprendizagem independente, como o eGroupware. Estas duas funcionalidades, Livro exportado em padrão IMS e MrCute para gestão de conteúdo, começaram a ser experimentadas no CINTED/UFRGS e os resultados preliminares são animadores.

O software **Joomla** [2] é um CMS e seu uso tem crescido na UFRGS. Várias unidades e setores utilizam-no para gerenciar páginas web com informações institucionais e das equipes ou mesmo para gerenciar recursos concretos de um laboratório. Neste ambiente encontra-se funcionalidades clássicas de um CMS similares às descritas no caso do eGroupware, ou seja, carga de conteúdo (usualmente arquivos) com definição da estrutura e categorização dos conteúdos, indexação automática dos conteúdos com base nos atributos informados, entre outros. O Joomla estabelece três funções: autor, que envia conteúdos a serem aprovados; editor, que envia ou corrige conteúdos a serem aprovados; e o publicador que tem a responsabilidade de aprovar o conteúdo. Há, portanto, um fluxo de trabalho (workflow) para que um conteúdo seja efetivamente publicado.

V. LCMS - LEARNING CONTENT MANAGEMENT SYSTEM

Os LCMSs são sistemas voltados essencialmente para gerenciar conteúdo de aprendizagem armazenado e desenvolvido independente do meio de distribuição. Um LCMS combina os aspectos administrativos e de gerenciamento de um AVA tradicional com as funcionalidades para criação de conteúdo e remontagem personalizada de um CMS. Para [8], um LCMS é um sistema que suporta autoria, combinado com um repositório de objetos de aprendizagem e ferramentas para a disponibilização destes objetos aos alunos. São funções de um LCMS apoiar a autoria, armazenar, aprovar, publicar e gerenciar conteúdo educacional. Entre os componentes usuais de um LCMS pode-se citar, conforme proposto por [15]:

- Repositório de Objetos de Aprendizagem;
- Aplicação de Autoria Automatizada;
- Interface de Distribuição Dinâmica;
- Aplicações Administrativas.

Além do gerenciamento dos recursos armazenados, os LCMSs agregam ferramentas de autoria de conteúdo, serviços de distribuição dos OAs aos estudantes e serviços de manutenção. Levando em consideração o papel importante que a coordenação desempenha na colaboração, um LCMS deveria apresentar ferramentas semelhantes às encontradas em groupwares corporativos para estabelecimento de prazos, delegação de tarefas, definição de workflows e comunicação entre os desenvolvedores.

São exemplos de LCMS, o BELTS (*Basic e-Learning Tool Set*) como um sistema livre [11] e o *Blackboard Academic Suite* como um sistema comercial.

O sistema BELTS [11] foi desenvolvido por The Le@rning Federation – TLF, para demonstrar a distribuição, o gerenciamento e a utilização de conteúdos curriculares on-line e para ajudar a investigação das exigências de ambientes e-learning na jurisdição de escolas da Austrália e da Nova Zelândia. BELTS atualmente fornece um conjunto limitado de ferramentas, incluindo:

- Repositório de conteúdo;
- Criação de lições;
- Gerenciamento de turmas;
- Organizador do currículo;
- Download de conteúdo curricular a partir do repositório on-line da The Le@rning Federation's Exchange;
- Replicação de conteúdos do BELTS para outro ambiente e
- Sistema de administração.

Atualmente o BELTS não está caracterizado como um sistema de gestão da aprendizagem (LMS). No entanto, é um projeto de código fonte aberto e suas funcionalidades podem ser ampliadas. Os desenvolvedores do BELTS incentivam a comunidade a examinar as opções de ampliação e colaborar para a evolução do ambiente [11]. BELTS é basicamente um ambiente de organização e distribuição de conteúdos on-line, apresentando algumas funcionalidades desejadas em um LCMS, tais como:

- a localização de conteúdos em repositórios integrados ao

ambiente e liberação desses conteúdos específicos para o aprendiz;

- um repositório próprio de conteúdos reutilizáveis e integração com outros repositórios;
- gerenciamento de conteúdos através da criação de lições.

Com base nos objetos de aprendizagem selecionados dos repositórios, é permitido que cada lição seja composta por vários objetos (itens da lição), podendo ser acessada através de um login e senha cadastrados no momento da criação da lição ou através das turmas (classes) onde estas lições são incorporadas.

A tabela 1 apresenta uma comparação entre as funcionalidades existentes entre as três categorias de ambientes analisados neste artigo.

TABELA I
TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO DA TABELA CARACTERÍSTICAS DE CMS, LMS E LCMS CONTIDA EM [26]

CARACTERÍSTICA	FUNCIONALIDADE		
	CMS	LMS	LCMS
Gerenciar alunos		R	L
Gerenciar conteúdo	R		R
Criar conteúdo	L	(*)	R
Gerenciar sessões conduzidas pelo instrutor		R	
Catálogo de Cursos		R	L
Registro no sistema		R	L
Gerenciamento de competência		R	L
Desencadear e acompanhar o processo de aprendizagem		R	L
Criação de avaliação e feedback		R	R
Biblioteca compartilhada de conteúdos reutilizáveis	R	(*)	R
Ferramentas de aprendizagem síncrona e de colaboração		L/R(*)	R
Integração com aplicações de Recursos Humanos		R	
Localização e liberação de conteúdo específico para o aprendiz	R	(*)	R

Legenda: R – Robusta, L – Limitada

(*) Alguns LMS podem oferecer esta funcionalidade mediante o uso de módulos extra tal como descrito para o caso do Moodle nas seções anteriores.

Comparando as principais funcionalidades apontadas do BELTS às funcionalidades elencadas por [26] para cada uma das categorias de ambientes (CMS, LMS, LCMS) elencadas na tabela 1, o ambiente BELTS pode ser caracterizado como um LCMS, mas com algumas carências como os itens Criar Conteúdo, avaliação e feedback, consideradas funcionalidades robustas em um LCMS e não evidenciadas no ambiente BELTS. Algumas funcionalidades consideradas limitadas para um LCMS não são encontradas no ambiente BELTS como desencadear atividades de ensino/aprendizagem e gerenciamento de competências. No que tange ao gerenciamento de alunos o BELTS permite realizar tarefas de natureza administrativa como cadastrar, editar o cadastro,

trocar senha e incluir o aluno em uma turma (classe), a qual as lições estão associadas.

VI. REPOSITÓRIOS DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Embora um LMS, um CMS ou um LCMS possam conter um repositório de objetos de aprendizagem, também é possível implantar um serviço de suporte à gestão colaborativa de conteúdo educacional através de um serviço desta natureza. Repositórios de objetos de aprendizagem (LOR - *Learning Object Repository*) são espaços que permitem a guarda e a reutilização destes objetos. Um repositório de objetos de aprendizagem é definido em [15] como um catálogo digital que facilita a pesquisa por objetos de aprendizagem. Estas aplicações devem permitir:

- o armazenamento propriamente dito;
- o controle de versões e de publicação;
- a busca dos objetos a partir de suas características;
- o controle de acesso;
- a avaliação dos objetos.

O sistema de catalogação pode usar uma taxonomia padronizada (SCORM, IMS, LOM etc.) ou mesmo algum outro modelo de dados. Através do sistema de consulta e acesso o educador pode localizar um conteúdo apropriado para o uso pretendido. Inspeccionando os metadados o educador pode avaliar se o material tem características que atendam sua necessidade e em caso positivo pode recuperar o conteúdo para reuso ou reciclagem. O repositório pode conter apenas um localizador (URL) da localização efetiva do conteúdo ou pode conter o próprio material educacional catalogado.

Existem vários exemplos de repositórios tais como:

- MERLOT - <http://www.merlot.org>
- Le@rning Federation - <http://www.thelearningfederation.edu.au/default.asp>
- eduSource - <http://www.edusource.ca/>
- National Learning Network - <http://www.nln.ac.uk/>
- OKI (Open Knowledge Initiative) - <http://www.okiproject.org/>
- SMETE - <http://www.smete.org/>
- BIOE - Banco Internacional de Objetos Educacionais - <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>
- CESTA - Coletânea de Entidades de Suporte ao uso de Tecnologia na Aprendizagem - <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/>

A construção de tais repositórios pode ser realizada usando ferramentas de domínio público tais como DSpace, DOOR, eduCommons [9], etc.

VII. PORTABILIDADE DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Um conteúdo deve poder ser produzido por uma equipe em uma instituição e ser posteriormente transportado para o ambiente virtual de aprendizagem onde será utilizado, inclusive em outra entidade. E isto deve poder ser realizado com esforços minimizados de adaptação e configuração das

atividades. Por isso, é recomendável adoção de padrões abertos para nortear o projeto e desenvolvimento de objetos de aprendizagem com interatividade é desejável. Com a popularização da tecnologia de objetos de aprendizagem no apoio às atividades de ensino-aprendizagem, surgiram algumas iniciativas visando padronizar a especificação, a construção e a identificação dos objetos de aprendizagem. A adoção de modelos e padrões para o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem é cada vez mais importante, visto que o rápido avanço da tecnologia leva à possível substituição dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVAs) com maior rapidez do que a obsolescência de um objeto de aprendizagem o qual pode ser atualizado (reciclado) e continuar a ser reusado em outro contexto.

O *Sharable Content Object Reference Model* (SCORM) é um modelo de referência, ou seja, conjunto unificado de especificações para a disponibilização de conteúdos e serviços de *e-learning*. Este conjunto de especificações define um modelo de agregação de conteúdo, um modelo de seqüenciamento e um ambiente de execução para objetos de aprendizagem baseados na Web [1]. Um dos grandes diferenciais para a utilização do SCORM no desenvolvimento de conteúdo para Educação a Distância é seu foco na reusabilidade, acessibilidade, interoperabilidade e durabilidade. Um conteúdo desenvolvido em conformidade com SCORM é independente de contexto, ou seja, funcionará em situações variadas, seja inserido em um ambiente de gerenciamento de aprendizagem ou como parte de um curso on-line publicado diretamente na Web ou ainda em cenário híbrido. O SCORM também especifica os métodos para conduzir as comunicações entre o curso e o AVA. A padronização proposta no âmbito do SCORM inclui o conjunto de comunicações sobre a situação do curso, ou seja, quais materiais estão sendo apresentados para o estudante, assim como informações sobre o progresso do aluno durante o curso. A padronização dessas comunicações minimiza os problemas associados com a migração de cursos entre AVAs diferentes, uma vez que tradicionalmente cada ambiente utiliza sua própria forma de rastreamento e gravação do progresso do aluno durante um curso.

Em [16] são relatados estudos e experimentação investigando a eficácia do uso de recursos usados para avaliação formativa construídos externamente ao ambiente onde foram utilizados e utilizando uma ferramenta totalmente independente. Os recursos foram desenvolvidos, usando a ferramenta Hotpotatoes, que permite gerar uma versão empacotada segundo o padrão SCORM e o resultado deste processo foi importado para o ambiente Moodle. O desenvolvimento de tais recursos pode ser realizado de forma colaborativa por uma equipe e o resultado incorporado ao LMS desde que este tenha interface SCORM. As alternativas de LMS comerciais e um crescente número de alternativas em software livre já incorporam interface SCORM. A popularização do padrão SCORM levou também ao surgimento de inúmeras ferramentas de autoria que incluem

funcionalidades permitindo produzir um resultado empacotado segundo este padrão, tal como o Hotpotatoes, Flash etc. Adicionalmente, surgiram ferramentas que permitem realizar o processo de empacotamento de conteúdos educacionais produzidos em contextos onde não existam funcionalidades inerentes ao SCORM. Este processo de produzir um conteúdo educacional compatível com o padrão SCORM costuma ser denominado de "scormização" de conteúdo. Um exemplo de ferramenta que oferece esta funcionalidade é o RELOAD [21].

Assim, com o crescente número de LMSs (ou AVAs) que oferecem interface capaz de aceitar conteúdos "scormizados" evidencia-se a conveniência de utilizar este padrão, embora esta não seja a única solução. Outros padrões têm sido propostos e até mesmo um mero arquivo, com os componentes de um objeto de aprendizagem compactados, pode ser usado como base para ensinar portabilidade. O aspecto importante a preservar é a catalogação dos objetos, seja ele simples ou composto, esteja ele "scormizado" ou não. Tal catalogação, sendo feita com base em uma taxonomia de ampla aceitação é que permitirá encontrar os objetos de aprendizagens existentes para com eles comporem novos objetos, mais complexos, ampliando o conceito de desenvolvimento colaborativo na medida em que os recursos utilizados podem ter sido produzidos por integrantes de equipes independentes.

Além do padrão SCORM, também cabe citar outra alternativa com influência significativa neste contexto que é a proposta pelo consórcio IMS (*Instructional Management System Project*). O IMS é apoiado por um consórcio de instituições que desenvolve e promove especificações abertas para facilitar atividades de ensino aprendizagem on-line tais como rastreamento do progresso do estudante, produção de relatórios de performance, entre outros. O grupo atuante no consórcio IMS contribuiu bastante para a especificação do padrão de metadados IEEE 1484 (LOM - *Learning Object Metadata*) [14]. O Moodle tem interface que permite o carregamento de conteúdo "empacotado" em conformidade com o padrão IMS e, adicionalmente, ferramentas de autoria agregadas ao ambiente Moodle, tal como a ferramenta Livro anteriormente comentada, possuem opção de exportação em formato IMS. A ferramenta RELOAD também oferece a opção para exportação do conteúdo educacional preparado.

VIII. FEDERAÇÃO DE REPOSITÓRIOS DE CONTEÚDO EDUCACIONAL

A descoberta e acesso a conteúdo distribuído e heterogêneo na Web e em redes tem sido um desafio em várias áreas de pesquisa. O trabalho proposto no âmbito do projeto FEB - Federação Educa Brasil que está sendo desenvolvido com o apoio da RNP - Rede Nacional de Pesquisa, busca uma solução que atenda esta demanda [22].

Com o aumento da produção de objetos de aprendizagem em inúmeras instituições no Brasil e no mundo, percebeu-se que esse conteúdo não seria de grande utilidade para a comunidade de usuários em geral (instituições, professores,

alunos, etc.), a menos que conteúdo pudesse ser descoberto, localizado e recuperado de forma eficiente e globalizada. Caso contrário, o repositório restringe-se ao contexto da instituição que o criou, abrindo mão de um conceito fundamental dos objetos de aprendizagem: o compartilhamento e a reusabilidade.

Buscando atender o desejo da comunidade de *e-learning* e visando os benefícios (economia resultante do compartilhamento e reutilização dos objetos educacionais) o projeto FEB está desenvolvendo uma infra-estrutura para uma federação de repositórios de conteúdos educacionais com a finalidade de auxiliar na descoberta e acesso aos mesmos num escopo multi-institucional. O resultado oferece a possibilidade de prover um ponto único de acesso e busca a conteúdos educacionais através de um sistema federado que contém os metadados dos repositórios integrantes da federação ensejando assim a criação de uma infra-estrutura global para federação de repositórios de conteúdo. A arquitetura desta infra-estrutura, que já dispõe de um protótipo operacional, é apresentada na figura 2.

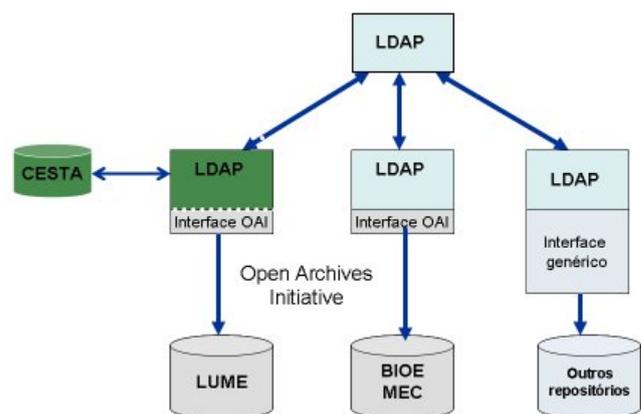


Figura 2: Arquitetura geral da FEB - Federação Educa Brasil

Os repositórios de conteúdo educacional podem ser acessados pelos integrantes da federação através de protocolo padronizado ou outras alternativas para colheita de metadados. Os metadados são armazenados nos servidores da federação e as consultas submetidas pelos usuários são atendidas pela federação, podendo conter metadados de objetos de aprendizagem localizados em diversos repositórios.

IX. CONCLUSÕES

Uma análise das diversas alternativas apresentadas para gestão colaborativa de conteúdo educacional mostra diversas novas alternativas o que evidencia a existência de uma demanda e o interesse do cenário de desenvolvedores de conteúdo educacional.

Conforme anteriormente destacado, as carências no suporte à autoria e ao armazenamento de objetos de aprendizagem dificultam a colaboração na construção de conteúdo educacional. Os conteúdos são usualmente desenvolvidos em

um contexto externo ao LMS e em muitos casos, o ambiente de desenvolvimento não está integrado ao ambiente de publicação. A inexistência de um repositório padronizado independente da organização dos cursos leva à duplicação de esforços de desenvolvimento de novos conteúdos educacionais.

As soluções comentadas mostraram que embora um LMS, um CMS ou um LCMS possam conter um repositório de objetos de aprendizagem, também é possível implantar um serviço de suporte à gestão colaborativa de conteúdo educacional através de um serviço desta natureza. Outra conclusão aponta para a necessidade de que o sistema de catalogação e empacotamento dos conteúdos educacionais utilize um padrão com boa aceitação tal como SCORM ou IMS o que inclui uma taxonomia que tenha consenso amplo tal como o LOM. Com tais soluções os educadores envolvidos no desenvolvimento colaborativo de conteúdo educacional encontram suporte para uma atuação colaborativa. Podem localizar um conteúdo apropriado para o uso pretendido. Inspeccionando os metadados o educador pode avaliar se o material tem características que atendam sua necessidade e em caso positivo pode recuperar o conteúdo para reuso ou reciclagem.

REFERÊNCIAS

- [1] ADL, (2004, Jul). Advanced Distributed Learning (ADL). Disponível em: <http://www.adlnet.org>
- [2] B. Baker. (2009, Jan). JOOMLA. Disponível em: <http://www.joomla.org/>.
- [3] BLACKBOARD (2009, Jan). Disponível em: <http://www.blackboard.com>.
- [4] CLAROLINE. (2009, Maio) Documentação de Claroline. Disponível em: <http://doc.claroline.net/>
- [5] D.Wiley, *The instructional use of learning objects. Association of Instructional Technology*. 2002. (2009, Maio). Disponível em: <http://www.reusability.org/read/>
- [6] DOOR. (2009, Maio). Disponível em: <http://door.sourceforge.net/>
- [7] DSPACE. (2009, Fev). Disponível em: <http://www.dspace.org/>
- [8] E.Cohen, , M. Nycz, (2006). Learning objects and e-learning: an informing science perspective. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 2, 23-34. Disponível em: <http://ijlko.org/Volume2/v2p023-034Cohen32.pdf>
- [9] EduCommons. (2009, Maio). Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/educcommons>
- [10] Global Learning Consortium. (2009, Maio). IMS Global Learning Consortium. Disponível em: <http://www.imsglobal.org/>
- [11] G. Jones, N. Pitkanen, S. Bieleny. (2009, Maio). Basic eLearning ToolSet (BELTS): BELTS Overview. Disponível em: <http://belts.sourceforge.net/overview/index.html>
- [12] H. Fuks, M. A. Gerosa, A. B. Raposo, C. J. P. Lucena. "O Modelo de Colaboração 3C no Ambiente AulaNet." RENOTE. CINTED/UFRGS. Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 25-48, 2004.
- [13] IBM. (2009, Jan). Disponível em: <http://www-01.ibm.com/software/lotus/products/learning-management-system/>
- [14] IEEE. (2002, Jul). Disponível em: http://ltscc.ieee.org/wg12/files/LOM_1484_12_1_v1_Final_Draft.pdf
- [15] K. Harman, A. Koohang, *Learning Objects: Standards, Metadata, Repositories, & LCMS*. Santa Rosa-CA USA: Informing Science Press, 2007.
- [16] L. M. R. Tarouco, R. L. de S. Dutra. Formative evaluation using Moodle SCORM resources. In: MoodleMoot, San Francisco, 2008.
- [17] M. Dougianas, P.C. Taylor. (2003). Moodle: Using Learning Communities to Create an Open Source Course Management System. Proceedings of the EDMEDIA 2003 Conference, Honolulu, Hawaii. Disponível em: <http://dougiamas.com/writing/>
- [18] MIT. MIT Open Courseware. 2001. Disponível em: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>
- [19] MOODLE. (2009, Maio). Book Module. Disponível em: <http://docs.moodle.org/en/Book>
- [20] OpenLearn – The Open University. (2009, Nov). Disponível em: <http://openlearn.open.ac.uk/>.
- [21] RELOAD - Reusable eLearning Object Authoring & Delivery. (2009, Mar). Disponível em: <http://www.reload.ac.uk/>
- [22] R. Viccari, Projeto FEB - Federação Educa Brasil. 2009. Disponível em: <http://penta3.ufrgs.br/twiki/bin/view/FEB/WebHome>
- [23] R. Becker. (2007, Jan). EGROUWARE. Disponível em: <http://www.egroupware.org>
- [24] R. De Graaf,, M. De Laat e H. Scheltinga, CSCL-ware in practice: goals, tasks and constraints. In: P. Dillenbourg, (Series Ed.); J. W. Strijbos. P. A. Kirschner, R. L. Martens, (Vol. Eds.). Computer-supported collaborative learning: Vol 3. What we know about CSCL: And implementing it in higher education. Boston, MA: Kluwer Academic/Springer Verlag, 2004. p. 201-219.
- [25] SAKAI. (2009, Maio). Sakai Project Portal. Disponível em: <http://sakaiproject.org/portal>
- [26] S. Irlbeck, J. Mowat, "Learning content management system." In: K. Harman e A. Koohang, (Eds.). *Learning Objects: Standards, Metadata, Repositories, & LCMS*. Santa Rosa-CA USA: Informing Science Press, 2007. p. 157-184.
- [27] Worcester College of Technology. (2009, Maio). MrCute MOODLE. Disponível em: <http://www.learningobjectivity.com/mrcute/>



Liane M. R. Tarouco (M'76-SM'81-F'87) L. M. R. Tarouco. Dra. em Engenharia Elétrica. (USP), MSc em Ciências da Computação (UFRGS). Professora Titular da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, atuando junto aos Programas de Pós-Graduação Informática na Educação e de Ciência da Computação. Vice-Diretora do CINTED - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação da UFRGS. Coordenadora do curso de especialização em Informática na Educação (UFRGS).



Marcelo A. R. Schmitt Mestre e Bacharel em Ciência da Computação pela UFRGS, atua como professor de informática do IFRGS. É doutorando do Programa de Pós-graduação em Informática na Educação da Universidade UFRGS e coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas para Internet do IFRS.



Alessandra P. Rodrigues. Graduada em Analista de Sistemas na UCPel, Pelotas, RS, Brasil em 1997; Especialista em Sistemas de Informação na UCPel/UFRGS, Pelotas, RS, Brasil em 1999; Licenciada em Informática pelo Programa de Formação Docente do CEFET-RS em 2002; Mestre em Ciência da Computação na UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil em 2002. Atualmente, é docente do Instituto Federal Sul-rio-grandense – IFSul, Pelotas-RS, Brasil; doutoranda em Informática na Educação no Programa de Pós-graduação em Informática na Educação da UFRGS.



Rosa M. Viccari possui graduação em Tecnólogo Em Processamento de Dados pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1980), mestrado em Ciências da Computação pela UFRGS (1985) e doutorado em Engenharia Electrotécnica e Computadores pela Universidade de Coimbra (1990). Atualmente é membro do comitê da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e professor adjunto da UFRGS. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Ciência da Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: tutores inteligentes, sistemas multiagentes, sistemas tutores inteligentes, informática na educação e educação à distância. Assessoria o MEC/SEB na área de políticas públicas para o uso das TIC na escola.

Capítulo 4

Adaptación de una Aplicación de e-Learning a t-Learning

Jonathan Perrinet, Xabiel G. Pañeda, Claudia Acevedo, José Luis Arciniegas, Sergio Cabrero, David Melendi y Roberto García

Title—Adaptation of an Application from e-Learning to t-Learning

Abstract— With the democratization of digital television, the number of applications accessible from the TV is increasing. However, in the case of a transition from a computer application to this new context, new constraints need to be taken into account because of the particular characteristics of this environment. In this paper we revise the usability differences between computers and television, we propose a set of recommendations to migrate computer applications to television environments and then apply them to migrate an e-learning platform.

Keywords— Interactive TV, Usability, Interface, t-learning, e-learning

Abstract— Con la expansión de la televisión digital, el número de aplicaciones accesibles desde la TV ha aumentado. En el caso de una transformación de una aplicación de ordenador a este nuevo entorno, es necesario tener en cuenta las nuevas particularidades de la televisión. En este artículo, estudiamos las diferencias de usabilidad entre el ordenador y la televisión; proponemos un conjunto de recomendaciones para pasar de una aplicación de ordenador al entorno de la televisión y las aplicamos para transformar una aplicación de e-learning.

Keywords— Televisión interactiva, Usabilidad, Interfaz, t-learning, e-learning

Este trabajo fue presentado originalmente al Congreso Iberoamericano de Telemática 2009, Gijón.

Jonathan Perrinet, Xabiel G. Pañeda, Sergio Cabrero, David Melendi y Roberto García pertenecen al Área de Ingeniería Telemática del Dept. de Informática de la Universidad de Oviedo. Escuela de Peritos, Campus de Viesques S/N, Gijón/Xixón, Asturias. (e-mail: {perrinetjonathan, xabiel, cabrerosegio, melendi, garciaroberto}@uniovi.es).

Claudia Acevedo y José Luis Arciniegas pertenecen al Dept. de Telemática de la Universidad del Cauca, Popayán, (Colombia) (e-mail: cpacedod@gmail.com y jlarci@unicauca.edu.co).

I. INTRODUCCIÓN

Hace ya más de 50 años que la televisión se utiliza como medio para el aprendizaje a distancia. Diversas organizaciones y canales de televisión han creado programas de carácter educativo para ser visualizados en el televisor. La característica principal de esta forma de educación a distancia ha sido siempre la escasa interacción que se producía entre el sistema de aprendizaje y el estudiante, al que más bien podíamos considerar un mero telespectador.

En los últimos años la llegada de la TV digital interactiva y proliferación de los conocidos media-centers, ha permitido cambiar la concepción de estos programas educativos. La tecnología ha propiciado que puedan ser interactivos y el usuario abandone su pasividad tradicional. Con ello se ha conseguido dar una nueva óptica al aprendizaje a través del televisor mucho más asemejada a la que se realiza en el entorno PC.

Debido a esta aproximación al mundo Internet, en numerosos casos, la creación de sistemas para t-learning se ha realizado a partir de otros de e-learning existentes sin tener en cuenta las particularidades de este nuevo medio. Esta falta de adaptación ha provocado que la acogida de los sistemas no haya sido la esperada, condenándolos al fracaso.

En este artículo se presenta un proceso de adaptación de una aplicación de e-learning al entorno t-learning. En él, se analizan los conceptos que es necesario transformar para tener en cuenta las particularidades de un entorno diferente al del mundo PC. Cuestiones como el diseño del interfaz y las características del medio principal de interacción (mando a distancia/control remoto) han sido tenidas en cuenta.

El resto del artículo está organizado de la siguiente forma: En la sección II se analizan los trabajos relacionados. La sección III describe varias recomendaciones y reglas para transformar una aplicación Web en aplicación de televisión. La sección IV relata cómo hemos realizado la transformación de un sistema de e-learning basado en vídeo a un sistema de t-learning. Por último, las secciones V y VI presentan las conclusiones y los trabajos futuros.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Con la aparición de los canales de retorno, los carruseles y el acceso condicional, el mundo televisivo ha abierto sus puertas a una nueva dimensión. Los programas donde el telespectador adoptaba un rol pasivo han dado paso a programas en los que el espectador se vuelve activo. Por supuesto, el mundo de la teleformación no ha quedado al margen y diversas plataformas educativas como ELU [1][1] o VEMiTV [2] han aparecido en los últimos años.

El campo de las plataformas de aprendizaje no es nuevo y ha conocido una expansión muy importante estos 20 últimos años, sobre todo en el entorno PC. En este, el Web ha permitido la aparición de aplicaciones adaptativas [3] como ELM-ART [4] o AHA! [5] y ha permitido una importante variedad de contenidos (texto, sonido, vídeo...). Sin embargo, transformar una aplicación Web en una aplicación de televisión no es obligatoriamente trivial y necesita a veces distintas modificaciones para que el sistema sea usable. Con ese fin, nos podemos ayudar con reglas de transformación que ya existían antes de la llegada de los canales de retorno [6] y con otras "líneas de conducta" que aparecieron después [7][8][9]. Trabajos como [6] o [10] señalaban ya los problemas de interacción inducidos por el uso del mando a distancia, mientras [7] ponía en evidencia las diferencias fisiológicas del usuario y sus implicaciones. Sin embargo, ninguno propone un método para transformar una plataforma de e-learning en una plataforma de t-learning.

III. RECOMENDACIONES Y REGLAS

La creación de una interfaz adaptada al entorno de la televisión no debe de hacerse al azar y, por ello, tiene que seguir una serie de reglas. El principal elemento que tenemos que tener en cuenta es la relación específica que existe entre un usuario y la televisión a través del mando a distancia.

A. Interacción con la Televisión

Complemento indispensable a la televisión, el mando a distancia, puede ser considerado como el principal medio de interacción con ella. De hecho, la adaptación de un entorno informático al de la televisión no está exenta de problemas en la forma de interactuar con este nuevo entorno. Se pueden identificar dos tipos de problemas: hardware y software.

El problema de tipo hardware es la variedad de tipos de mandos que existen, es decir, las concepciones de los mandos pueden variar muchísimo. Por ejemplo, una persona que tiene un set-top box de una marca determinada puede tener un tipo de mando específico de esta marca y otra persona que tiene un set-top box diferente tendrá un mando distinto. En nuestro caso, nos basamos en el mando que se muestra en Fig. 1, que está compuesto por los siguientes elementos:

- Un teclado de televisión: esta parte tiene los botones tradicionales de un mando a distancia de televisión que permiten cambiar de cadena, el volumen, etc.
- Un teclado numérico: este teclado agrupa a teclas de números (de 0 a 9).

- Un teclado interactivo: este teclado se divide en subconjuntos de teclas. Un conjunto de flechas (con la tecla "OK") que permite la navegación dentro de las interfaces, un conjunto de teclas de control de vídeo ("Play", "Pause", etc.) y un conjunto de teclas especiales (teclas de color: rojo, verde, amarillo y azul).



Fig. 1: Mando a distancia

1) Navegación/Interacción

Mientras la navegación en una aplicación informática se realiza con un ratón (o un teclado con uso de teclas de acceso rápido) de la forma "this is were I want to point" ("es aquí donde quiero apuntar"), la televisión sólo permite un estilo "OK, to get over here, I first do UP, and then LEFT, LEFT" ("OK. Para venir aquí, primero hago UP y después LEFT, LEFT") [1]. Con la televisión, la navegación directa se convierte en secuencias de acciones y por consecuencia, aumenta el número de pasos para ir de un sitio a otro. Dos tipos de navegación pueden ser considerados [11] [9][12]:

- La navegación usando las flechas de direcciones (por ejemplo para pasar de un ítem a otro en una lista).
- La navegación usando las teclas numéricas (asociando un número a los elementos de una lista a las teclas del mando).

En lugar de ser excluyentes, estos dos métodos pueden ser complementarios. La evaluación de tres interfaces por [13] demostró que los usuarios preferían la interfaz que requiere más tiempo y clics. Es más, los usuarios no basaban la elección de una interfaz por su eficiencia sino por el placer y la relajación procurados. Sin embargo, [14] demuestra en sus experimentos sobre la accesibilidad, que los discapacitados visuales preferían una navegación basada en las teclas con números.

2) Entrada de Datos

La entrada de datos a través de la televisión es uno de los problemas recurrentes en el tema. Aunque es aconsejable evitarlo, la introducción de texto puede ser solucionada con dos técnicas: el uso de un teclado virtual [7] o el uso de las teclas de números como las de un teléfono móvil del tipo SMS [10]. Ambas soluciones no están carentes de problemas.

El principal inconveniente de los teclados actuales (QWERTY) es que, como apunta [15], están diseñados para usar ambas manos y por consecuencia pierden su eficacia cuando se tecldea con un solo dedo. En el mismo trabajo se recomiendan diseños más compactos como el OPTI II, que en el caso de teclados virtuales donde se seleccionan los caracteres desplazándose con las teclas de dirección, se aumenta notablemente la rapidez de escritura. Además, podríamos ir más allá incorporando algoritmos genéticos para mejorar la eficiencia de los teclados, como se comenta en [16].

Por otro lado, los sistemas basados en el método “SMS” presentan el problema de que no todos los mandos están dotados de letras acompañando a los números (Fig. 1), y además aumentan el número de teclas necesarias para usar la aplicación. La utilización de este método obliga al usuario a mirar hacia el mando mientras que con otros sistemas basados en teclas de dirección (flechas) no es necesario (o solo cuando se empieza a escribir), si bien se puede resolver una parte del problema añadiendo una imagen del mando en la interfaz.

Actualmente se trabaja en el diseño de nuevos teclados para televisión que solucionen todos estos inconvenientes, aunque estos todavía están en fase de prototipo y no se han realizado despliegues masivos para comprobar su eficacia.

B. Diseño de la Interfaz

El diseño de una interfaz para la televisión se apoya sobre diversas técnicas y recomendaciones. Algunas de ellas son específicas a este entorno, pero otras pueden ser reutilizadas directamente desde el entorno PC.

1) Características Generales Sobre el Diseño de Interfaz

a) Leyes de Gestalt

Están basadas en una corriente psicológica desarrollada a partir de 1920, en la cual se enfatiza que los seres humanos perciben objetos de forma visual, como patrones bien organizados y no como partes separadas. Aunque se cuenta con 114 leyes, se pueden considerar las de figura/fondo, proximidad, similitud y simetría como las más importantes [17]:

- Ley de figura/fondo: un objeto (figura, texto) tiene que distinguirse del fondo. Basado en el contraste entre ellos, esta ley se usa por ejemplo con el rollover de un texto: cuando el ratón pasa sobre un enlace, el color cambia. Esta ley es muy importante para la realimentación del usuario.
- Ley de proximidad: elementos ubicados unos cerca de otros se perciben como elementos de un mismo grupo, mientras que si se encuentran alejados se perciben como grupos distintos.
- Ley de similitud: elementos que son parecidos entre sí (forma, tamaño, color...) se perciben como pertenecientes a un mismo grupo.

- Ley de simetría: elementos organizados simétricamente respecto a otros se interpretan como una unidad que crea estructuras fuertes.

Otras leyes que, sin ser tan críticas, son de merecida mención, son las que siguen:

- Ley de continuación: elementos visuales organizados en una cierta continuidad se perciben como una misma cosa.
- Ley de simplicidad: elementos organizados de forma simple y consistente atraen la percepción visual.
- Ley de experiencia: la percepción visual siempre tiende a relacionar objetos (figuras, texto...) con experiencias vividas o existentes completando automáticamente patrones incompletos.

b) Colores

Los colores juegan un rol importante en la estética y en la funcionalidad ya que dan orientación, estructura, clarifican diferencias entre elementos visuales y facilitan el acceso a la información.

2) Características Específicas del Entorno de la Televisión

A partir de estas consideraciones sobre la interactividad en un entorno de televisión, podemos sacar varios principios relativos a la conversión de una interfaz PC a una interfaz de televisión. Para el diseño de una interfaz de televisión, tenemos que tener en cuenta dos parámetros esenciales: las características físicas inducidas por la televisión y sus limitaciones.

En primer lugar, cuando se ve la televisión, el televidente se encuentra a una distancia entre 2 y 3,5 metros, mientras que con un ordenador, el usuario se sitúa a unos 50 centímetros [14] [10] [8]. Bajo esas condiciones, aunque el tamaño de la pantalla de televisión sea más grande, el incremento de distancia hace que la resolución percibida por el telespectador sea más pequeña. Según [7] eso se debe a la disminución del ángulo visual, haciendo necesario un aumento del tamaño del texto. Sucede una reacción en cadena: quien dice texto más grande, dice menos elementos por pantalla y por consecuencia más pantallas (lo que implica también más navegación).

Por lo que lo primero que hay que modificar es el tamaño del texto. Los estudios [9] y [10] recomiendan usar un tamaño de letra superior a 18 puntos, idealmente superior a 22, además de no usar más de 90 palabras por pantalla. La consecuencia directa de todo eso, es que cada componente que contiene texto (como los botones, las listas...) tendrá que ser más grande y entonces, no se podrá utilizar la misma organización de interfaz en los dos entornos.

En segundo lugar, el hecho de que el mando a distancia sea el único medio de interactuar con la televisión nos obliga a tener cuidado con los componentes que queremos usar. En [10] se nos recuerda que elementos como los botones radio, las barras de scroll o los menús jerárquicos no tienen

equivalentes en la televisión y por lo tanto, no pueden ser utilizados tal cual.

Otro problema inducido por el mando a distancia, es el la manipulación de componentes. Acciones tipo drag/drop o el movimiento de un cursor no pueden ser reproducidos con este. Así que como podemos ver, todas las interfaces que requieran elementos complejos no son usables en el entorno de la televisión.

IV. CASO PRÁCTICO

Este análisis teórico se ha aplicado a un sistema de e-Learning para adaptarlo al entorno de la televisión. Debe destacarse que el componente principal de la aplicación a transformar son los contenidos en vídeo. Entonces, será únicamente necesario transformar el marco de interacción con el usuario y no sus contenidos.

A. Presentación de la Plataforma de e-Learning

Nuestra plataforma Web es un sistema de aprendizaje basado en vídeo que permite a los estudiantes visualizar cursos en línea (series de vídeos cortos) y practicar mediante exámenes de tipo test. Está compuesta por cuatro interfaces: interfaz de conexión, interfaz de navegación, interfaz del reproductor de vídeo e interfaz de test.

1) Interfaz de Conexión

Esta interfaz permite al alumno conectarse a la aplicación. Para ello, es necesario que éste se autentique en el sistema, permitiendo un seguimiento posterior de su actividad.

Se compone de dos zonas de texto (una para el identificador y otra para la contraseña) y un botón de conexión.

2) Interfaz de Navegación

Esta interfaz (Fig. 2) permite la navegación dentro del curso. Se compone de tres zonas principales: en el lado izquierdo se encuentra la lista de los ítems disponibles; a la derecha se encuentra una zona de información sobre el ítem seleccionado con el ratón (zona que contiene una imagen y un texto); bajo la ventana se encuentra una barra de botones (volver, ver recomendación, hacer el test, datos personales, pantalla completa y salir).

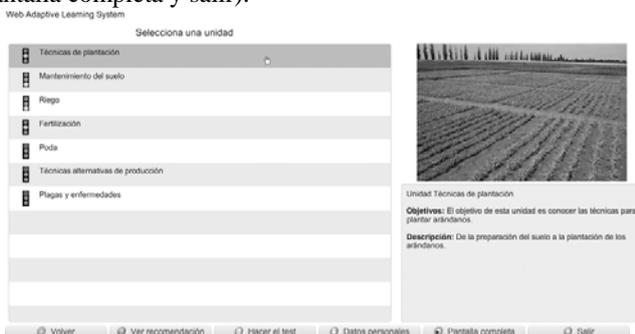


Fig. 2: Pantalla de navegación del sitio Web

El sistema dispone de los siguientes botones:

- El botón “Volver” permite volver al nivel jerárquico anterior.
- El botón “Ver recomendación” muestra una sugerencia del sistema sobre la mejor unidad a seguir. Por eso, se abre un pop up preguntando al usuario (con dos botones: “Sí” o “No”) si quiere ir directamente a esa unidad.
- El botón “Hacer el test” abre la ventana de test.
- El botón “Datos personales” abre un pop-up conteniendo los datos del usuario.
- El botón “Pantalla completa” permite al usuario poner la página en pantalla completa.
- El botón “Salir” permite desconectarse y volver a la página de conexión.

3) Interfaz del Reproductor de Vídeo

La interfaz del reproductor de vídeo (Fig. 3) permite al usuario visualizar los vídeos de cada una de las unidades. Con ésta se puede controlar la reproducción del vídeo usando los botones de debajo de la pantalla (play, pause, stop), arrastrando el cursor dentro de la barra de progreso o también, utilizando la lista de capítulos situada a la derecha que permiten posicionarse en diferentes puntos de la misma. Se puede pasar al vídeo siguiente o anterior haciendo clic sobre las miniaturas presentas a los lados de los botones de reproducción.

Debajo del reproductor se encuentra la lista de vídeos complementarios, vídeos que son accesibles pulsando sobre una de las miniaturas.



Fig. 3: Pantalla del reproductor de vídeos del sitio Web

4) Interfaz de Test

La interfaz de test (Fig. 4) permite al alumno practicar con exámenes de tipo test. Cada cuestionario contiene varias preguntas que se pueden hacer todas a la vez o una por una.

La interfaz contiene:



Fig. 4: Pantalla de test del sitio Web.

- El texto de la pregunta que está dentro de un componente de texto.
- Dos botones que permiten ir a la pregunta anterior o siguiente. Una lista de respuesta: para seleccionar una respuesta hay que pulsarla, para deseccionarla se pulsará otra vez.
- Tres botones que permiten validar la pregunta actual, validar todo el test o salir del test.

B. Transformación de la Plataforma

Teniendo en cuenta las diversas recomendaciones para la transformación de aplicaciones de e-learning a t-learning comentadas en la sección anterior, se rediseñó la interfaz de la aplicación como se relata a continuación.

1) Interfaz de Conexión

La conexión del usuario se realiza a través de la interfaz que se presenta en la Fig. 5. Como se ha comentado anteriormente, uno de los principales problemas en el entorno de la televisión, es la entrada de texto. Para paliarlo, hemos implementado un teclado virtual QWERTY (español). Para escribir, el telespectador solo tiene que usar las flechas y la tecla "OK" del mando para validar cada letra. El botón "OK" permite validar el texto escrito. El identificador y la contraseña se introducen en dos pasos para hacerlo lo más sencillo posible.

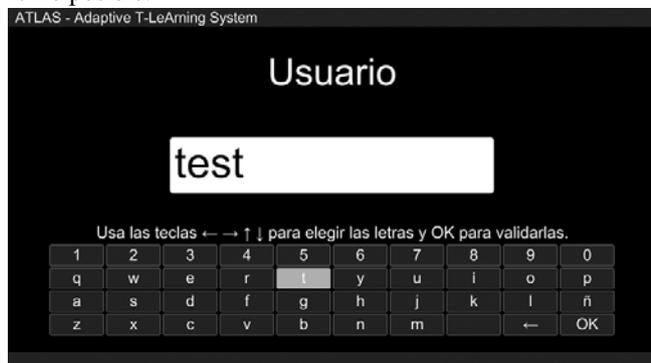


Fig. 5: Pantalla de conexión de la versión TV

2) Interfaz de Navegación

La pantalla de navegación (Fig. 6) sigue siendo muy

parecida a la de la versión Web aunque ligeramente simplificada. Para seleccionar un ítem, el usuario solo tiene que usar las flechas arriba o abajo y la tecla "OK" para seleccionarlo. Aunque puede parecer un poco más complicado que usar las teclas de números, las experiencias hechas con esta interfaz han indicado que los usuarios preferían esta solución a la otra.

En nuestro sistema, cada ítem del menú está acompañado de una descripción. Aunque secundario, no queríamos suprimir este texto que puede ser importante para cierto tipo de alumnos. El problema es que, muchas veces, el texto es bastante largo y supera las 90 palabras. La idea fue dividir el texto en fragmentos de 6 líneas de gran tamaño y así no superar este límite de palabras, obteniendo un texto muy legible. El usuario interesado en esa descripción tiene la posibilidad de usar las flechas izquierda y derecha para hacer desfilar los fragmentos.

Debajo de la pantalla se encuentran varias acciones activables gracias a las teclas de colores del mando. Las teclas roja, verde y azul permiten llevar a cabo acciones directas mientras que la tecla amarilla abre un menú de opciones. Aquí la idea es de dejar las teclas roja y azul siempre idénticas y las verde y amarilla cambiando según la posición dentro de la aplicación.



Fig. 6: Pantalla de navegación de la versión TV

3) Interfaz de Vídeo

Como vimos anteriormente, la interfaz de vídeo del entorno Web es bastante compleja, con lo que no puede ser usada tal cual. Para llevar a cabo la simplificación, hemos identificado cuatro formas de interacción distintas: interacción directa con el vídeo (play, pause, stop, avanzar y retroceder), salto a diferentes puntos del vídeo, paso al vídeo siguiente o anterior y reproducción de uno de los vídeos complementarios. Después de un profundo análisis el resultado fue que era imposible incluir todas estas interacciones dentro de una misma pantalla. Puesto que tres de ellas eran imprescindibles (interacción directa con el vídeo, pasar vídeo siguiente/anterior y reproducir un vídeo anterior), se optó por incluir únicamente estas.

El primer paso para la transformación, fue el de reunir las interacciones en función de las teclas necesarias para cumplir las acciones. Aquí, nuestra interfaz (Fig. 7) permite el control del vídeo usando las teclas (play, pause, stop, adelantar, ir hacia atrás) y el paso al vídeo siguiente o anterior usando las

flechas izquierda y derecha. Los vídeos complementarios son accesibles mediante la tecla amarilla del mando. La posibilidad de posicionarse en un punto concreto del vídeo fue eliminada del diseño.



Fig. 7: Pantalla del reproductor de vídeos de la versión TV

La pantalla de vídeos complementarios (Fig. 8) presenta los vídeos en forma de mosaico. Se puede navegar usando las flechas de dirección y la tecla "OK" para seleccionar uno. Pasando sobre una miniatura se muestran los datos del vídeo correspondiente en la zona de texto situada debajo. Se puede quitar esta pantalla usando la tecla roja ("Volver").



Fig. 8: Selección de un vídeo complementario (versión TV)

4) Interfaz de Test

La interfaz de test, mostrada en la Fig. 9, se divide en dos partes:

- A la izquierda, tenemos la pregunta dentro de una zona de texto. De momento, el texto puede tener hasta 17 líneas, lo que entraría en contradicción con la "regla de las 90 palabras" (si suponemos que hay entre 8 o 10 palabras por línea).
- A la derecha, tenemos las respuestas. Se presentan en forma de lista (el mismo sistema utilizado por la navegación). Se utiliza la tecla "OK" para seleccionar o deselegionar una respuesta.

Las teclas verde y amarilla sirven validar el test o solo la pregunta actual.

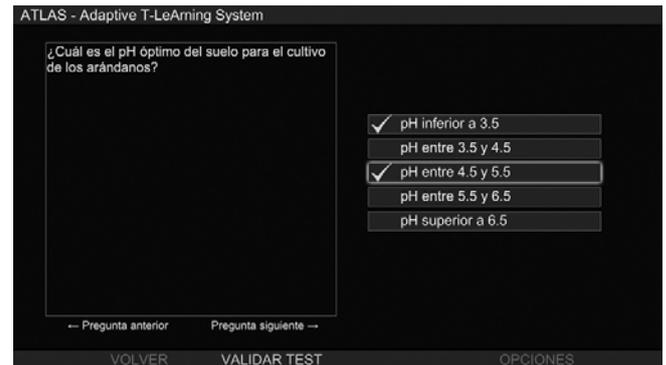


Fig. 9: Pantalla de test versión TV

V. CONCLUSIONES

Como hemos visto en este artículo, la transformación de un sitio de e-learning a un entorno de t-learning no se puede hacer directamente: se necesita un proceso de adaptación más o menos largo que depende en gran parte de la interacción ofrecida en el sitio Web y de los componentes utilizados. En este contexto, a partir de las distintas investigaciones bibliográficas y nuestra experiencia empírica, hemos planteado un método de transformación con varios pasos:

- **Sustitución de los componentes no directamente adaptables a la televisión.** Los componentes como los checkbox, los botones radio, las barras de scroll o las zonas de entrada de texto no se pueden usar tal cual en la televisión. Por ejemplo, en el caso de un formulario, la idea sería separar cada una de sus partes (Fig. 10). Lo más importante aquí es asegurarse de que cada elemento se puede usar con una tecla o una cadena de teclas del mando a distancia.
- **Adaptación del tamaño los componentes.** Puesto que la distancia del usuario al televisor oscila entre 2,5 y 3 metros, será necesario adaptar el tamaño de los componentes y aumentar su separación. El texto tiene que ser legible desde esta distancia, por ello, debe de tener un tamaño mínimo de 22 puntos (18 en el peor de los casos) y no superar las 90 palabras por pantalla en el caso de zonas de texto grandes. En el caso de las imágenes no existe una regla establecida, si bien, al igual que para el texto, deben ser perfectamente visibles desde la distancia objetivo. Siguiendo las leyes de Gestalt, los componentes deben de estar lo suficientemente separados para que puedan ser interpretados como elementos independientes.

Web



Televisión

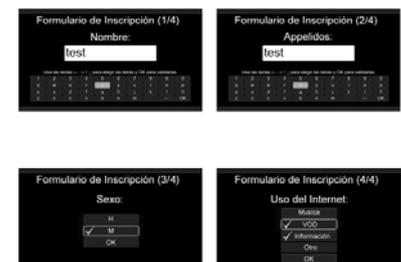


Figure 10: Sustitución de los componentes inadaptables de una pantalla Web a TV

- **Adaptación al entorno interactivo mando a distancia/televidente.** Con un mando a distancia, cada acción necesita una tecla o una secuencia de teclas. Por consecuencia, cuantas más acciones hay, más teclas o secuencias son necesarias. Lo importante es limitar el número de teclas necesarias para usar una interfaz, a fin de reducir el tiempo de búsqueda de las teclas y también la carga cognitiva inducida. Por ello, se desaconseja diseñar interfaces en las que se mezclan varios tipos de teclas como flechas arriba y abajo, derecha e izquierda, teclas de colores o números.
- **Implementación del sistema de entrada de datos.** La entrada de texto es uno de los principales problemas de la televisión interactiva. Depende en gran medida de: si es absolutamente necesario introducir texto, qué cantidad y el público objetivo. Según esto pueden utilizarse dos técnicas, el teclado virtual o el estilo "SMS". Por lo general, el teclado virtual suele ser el método más sencillo para grandes cantidades de texto y usuarios no expertos. El método "SMS" suele ser más eficiente para usuarios expertos o habituados a los teléfonos móviles y si el número de caracteres es reducido.

Por supuesto, estas recomendaciones no están exentas de excepciones, aunque suelen ser válidas para la mayoría de los tipos de aplicaciones.

VI. TRABAJOS FUTUROS

De cara al futuro se han considerado diversas líneas de trabajo. Una de ellas es evaluar la utilización de otros tipos de teclados virtuales. Nuestra implementación actual usa un teclado de estilo QWERTY, que es el más conocido por los usuarios y al que suelen estar habituados. Sin embargo como vimos en este artículo, podría ser interesante evaluar uno de tipo OPTI II.

Otro punto de trabajo sería la realización de un experimento de campo en el que se analicen las reacciones de los estudiantes al trabajar con la interfaz. Este estudio permitiría evaluar con detalle los puntos fuertes y débiles del diseño y el nivel de usabilidad de la aplicación.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo ha sido financiado por Telecable SAU a través del proyecto "Diseño de sistemas para la gestión y provisión de servicios multimedia" y los proyectos de instituciones públicas SOLITE (CYTED), EDiTV (ID 110339320026 de Colciencias), FUTURMEDIA (TSI2007-60474) y RedOBER (TSI2007-31091).

REFERENCES

- [1] D. Ponce, K. Olsevicova, V. Bures, Zdenek Mikovec, P. Cech, ELU Project Approach to Design of Educational Applications for iDTV, <http://www.elu-project.com/> (última visita: febrero 2010), 2006.

- [2] T-Learning and Interactive Television Edutainment: the Portuguese Case Study, in Proc. Of European Conference on Interactive Television: Enhancing the Experience, 2004.
- [3] P. Brusilovsky, Adaptive Navigation Support: From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web and Beyond, *PsychNology Journal*, 2004.
- [4] G. Weber, P. Brusilovsky, ELM-ART: An Adaptive Versatile System for Web-based Instruction, *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2001.
- [5] P. De Bra, L. Calvi, AHA! an open adaptive hypermedia architecture, *The New Review of Hypermedia and Multimedia* 4, 1998.
- [6] J. Nielsen, *WebTV Usability Review*, 1997.
- [7] M. Green and J. W. Senders, "The killer App is TV: Designing the Digital TV Interface", 2001.
- [8] W. Quesenbery and T. Reichart, *Designing for Interactive Television*, <http://www.wqusability.com/articles/itv-design.html> (última visita: febrero 2010), 1996
- [9] *Designing for interactive television v1.0*, BBCi and Interactive TV Programmes. British Broadcasting Corporation, 2005.
- [10] H. Lee et al. Balancing the Power of Multimedia Information Retrieval and Usability in Designing Interactive TV, in Proc. of the 1st European Conference on Designing interactive user experiences for TV and video, 2008
- [11] M. Gawlinski, *Interactive Television Production*, Oxford: Focal Press, 2003.
- [12] A. C. Roibás, R. Sala, S. Ahmad and M. Rahman, Beyond the remote control: Going the extra mile to enhance iTV access via mobile devices & humanizing navigation experience for those with special needs, in Proc. of the 3rd European Conference on Interactive, 2005
- [13] S. M. Drucker, A. Glatzer, S. D. Mar and C. Wong, Smartskip: consumer level browsing and skipping of digital video content, in Proc. of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, pages 219-226. ACM Press, 2002.
- [14] J. M. Gill and S. A. Perera, Accessible Universal Design of Interactive Digital Television, in Proc. of the 1st European Conference on Interactive, 2003
- [15] S. Zhai, M. Hunter and B. A. Smith, The Metropolis Keyboard – An Exploration of Quantitative Techniques for Virtual Keyboard Design, in Proc. of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology, 2000.
- [16] C. R. Brewbaker, Optimizing stylus keyboard layouts with a genetic algorithm: customization and internationalization, 2005
- [17] L. Graham, Gestalt Theory in Interactive Media Design. In *Journal of Humanities & Social Sciences*, 2008.



Jonathan Perrinet tiene un Máster en Ciencias cognitivas y Aplicaciones de la Universidad de Nancy (Francia) y es investigador en el Área de Ingeniería Telemática del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo. Es especialista en e-learning, interfaces y aplicaciones multimedia.



Xabiel G. Pañeda es Doctor e Ingeniero en Informática y Profesor Titular de Universidad Interino del Área de Ingeniería Telemática del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo. Es miembro de diferentes organizaciones, plataformas y comités de investigación como el SYMM (Synchronized Multimedia) del W3C. Especialista en servicios de audio/vídeo para Internet.



Claudia Patricia Acevedo Domínguez es Ingeniera en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca; en el año 2006. Candidata a Magíster en Ingeniería Área Telemática de la Universidad del Cauca. Actualmente, se desempeña como jefe de proyectos de computación móvil en la empresa Seratic Ltda. Cuenta con el conocimiento y la capacidad para definir e implementar soluciones que involucren ambientes móviles y Web.



José Luis Arciniegas Herrera es Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones y Especialista en Redes y Servicios Telemáticos por la Universidad del Cauca; y Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid. Actualmente, se desempeña como docente adscrito al Departamento de Telemática y forma parte del Grupo de Ingeniería Telemática (GIT) de la Universidad del Cauca. Entre otros campos, es especialista en Televisión Digital Interactiva.



Sergio Cabrero Barros es Ingeniero de Telecomunicación y Profesor Ayudante del Área de Ingeniería Telemática del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo. Es especialista en servicios de audio/vídeo sobre redes móviles ad.hoc.



David Melendi Palacio es Doctor e Ingeniero en Informática y Profesor Titular de Universidad Interino del Área de Ingeniería Telemática del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo. Es miembro de diferentes organizaciones, plataformas y comités de investigación como el SYMM (Synchronized Multimedia) del W3C. Especialista en servicios de audio/vídeo para



Internet.

Roberto García Fernández es Doctor e Ingeniero de Telecomunicación y Profesor Titular de Universidad del Área de Ingeniería Telemática del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo. Es especialista en redes de cable e integración servicios de audio/vídeo sobre las mismas.

Capítulo 5

Tecnología de Tablet PCs para el Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje Interactivo en un Primer Curso de Ingeniería Informática

José-V. Benlloch-Dualde, Félix Buendía García y Juan-Carlos Cano

Title— Tablet PC Technology for Developing an Interactive Learning Environment in a Computer Engineering First-year Course.

Abstract— This paper summarizes the initial results of an educational innovation project using networked Tablet PCs as key elements for developing an interactive teaching and learning environment. Supported by the use of digital ink, this educational project enhances the student activity and, perhaps most important, it provides immediate feedback from the instructor. Preliminary results corresponding to its implementation in a first year Computer Engineering course pilot group, show that the dropout rate has been reduced more than half, while the number of students passing the course has doubled with regard the average of traditional groups. Furthermore, a qualitative analysis of the experience has provided a very good perception of both students and faculty participating in the experience.

Keywords— Pen-based technologies, Digital Ink, Tablet-PC, continuous assessment, active learning.

Resumen— Este trabajo resume los resultados iniciales de un proyecto de innovación educativa que utiliza Tablet PCs conectados en red como elementos clave para desarrollar un entorno de enseñanza-aprendizaje interactivo que, apoyado por el uso de la tinta digital, facilita la actividad en el aula de los estudiantes y, quizás lo más importante, la realimentación

Este trabajo fue presentado originalmente al CONGRESO Fomento e Innovación con Nuevas Tecnologías en la Docencia de la Ingeniería, 2009.

José-V. Benlloch-Dualde is with the Computer Engineering Department at the Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain, CO 46022 SPAIN (corresponding author, phone: 34 96 387 7575; fax: 34 96 387 7579; e-mail: jbenlloc@disca.upv.es).

Félix Buendía García., is with the Computer Engineering Department at the Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain, CO 46022 SPAIN, (e-mail: fbuendia@disca.upv.es).

Juan-Carlos Cano, is with the Computer Engineering Department at the Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain, CO 46022 SPAIN, (e-mail: jucano@disca.upv.es).

Este trabajo ha sido posible gracias a la ayuda concedida por Hewlett Packard en el marco del HP Technology for Teaching Grant Initiative, Transforming Teaching and Learning through Technology, en la convocatoria del año 2008.

inmediata por parte del profesor. Los resultados preliminares correspondientes a la aplicación de la propuesta en un grupo piloto de primer curso de Ingeniería Técnica Informática, muestran que la tasa de abandono se ha reducido más de la mitad, mientras que el número de aprobados se ha doblado respecto al promedio del resto de grupos. Por otro lado, un análisis cualitativo de la experiencia ha proporcionado una muy buena percepción por parte de los participantes en la misma.

I. INTRODUCCIÓN

EL extraordinario avance de las tecnologías de la información y la comunicación durante las últimas décadas no ha modificado, en términos generales, el modelo instructivo que podemos encontrar en muchas de nuestras aulas de Ingeniería. El modelo de lección magistral continúa siendo el más extendido, si bien ahora es frecuente que el profesor presente los contenidos apoyado por diapositivas generadas en las típicas aplicaciones informáticas.

Con este tipo de modelo, resulta difícil mantener la concentración de los estudiantes durante las típicas sesiones de, al menos, una hora de duración. Stuart y Rutherford [1] estudiaron la concentración de los estudiantes en este tipo de clases y llegaron a la conclusión que “la concentración llega a su punto máximo a los 10-15 minutos para caer bruscamente hasta el final de la lección”.

Algunos estudios sobre el aprendizaje evidencian que la tecnología puede aportar importantes cambios en el aula, reduciendo algunos de los problemas asociados al modelo tradicional centrado en el profesor [2]. Si es indudable que las posibilidades de un computador personal son múltiples, éstas se incrementan de forma significativa cuando incorporamos como elemento de la interfaz de usuario, un bolígrafo especial que produce tinta digital, dando nombre a las llamadas *Pen-based technologies*. De entre los distintos dispositivos pertenecientes a esta familia, destaca el Tablet PC, que podríamos definir como un computador portátil que permite a los usuarios introducir información sobre una pantalla digitalizadora, gracias a un bolígrafo especial que suele incluir

un componente basado en Radio Frecuencia.

Según describe Peiper [3], en la actualidad se pueden encontrar básicamente tres tipos de Tablet PCs en el mercado, tal y como se muestra en la Fig. 1. A la izquierda, aparece el llamado “slate” por su forma plana, como de una pequeña pizarra. Es un dispositivo donde se prima la portabilidad por lo que, en comparación con los otros, suelen ser más ligeros y de pantallas más pequeñas, además de no contar con teclado. En el centro, los “convertibles”, son los dispositivos más populares y su apariencia es la de un portátil, pues incluyen una base con teclado y, en ocasiones, también una unidad para discos ópticos. Se caracterizan por disponer de una pantalla que puede girar 180° hasta hacerla descansar sobre el teclado, ofreciendo una superficie plana donde poder utilizar el bolígrafo. Por último, a la derecha, los híbridos, que comparten las características de los dos primeros, aunque con un teclado que se puede quitar, convirtiéndole en uno del primer tipo.



Fig. 1. Tipos de Tablet PCs existentes en el mercado.

La versatilidad de los Tablet PCs ayuda a desarrollar un entorno educativo mucho más interactivo y permite modificar el rol que tanto profesores como alumnos tienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En particular, el potencial de estas tecnologías se incrementa notablemente cuando los equipos del profesor y de los estudiantes se conectan en red.

Por un lado, un entorno educativo con Tablet PCs permite a los alumnos, entre otras cosas: (a) usar la tinta digital para tomar notas o realizar marcas sobre la documentación original durante la presentación; (b) escribir o esbozar gráficamente ideas con total libertad; (c) participar activamente y de forma anónima contestando a las preguntas planteadas por el profesor y (d) recibir realimentación inmediata, por parte del profesor, sobre el trabajo realizado.

Por otro lado, este tipo de entornos permite a los profesores: (a) utilizar el bolígrafo para subrayar conceptos sobre la presentación y añadir cuantas cosas considere de interés, con la ventaja que puede almacenarse con posterioridad; (b) seleccionar, de entre las contribuciones recibidas, aquéllas que puedan ayudar tanto a fijar errores comunes como a resolver de forma adecuada las preguntas planteadas y mostrarlas a la clase, promoviendo el aprendizaje cooperativo; (c) plantear

preguntas cortas a los estudiantes, a modo de sondeo, obteniendo una idea cuantitativa del nivel de comprensión alcanzado; (d) realizar tutorías a distancia y poder escribir sobre una pizarra electrónica común; (e) revisar cualquier tarea o examen en tinta digital y poder devolverlo al alumno.

En este trabajo describimos una experiencia piloto en un primer curso de Ingeniería Técnica Informática, en la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), como parte de un proyecto de innovación educativa donde el uso de Tablet PCs conectados en red ha permitido desarrollar un entorno educativo centrado en la actividad del alumno y donde la tecnología ha favorecido tanto la interacción profesor-alumno, como la cooperación entre pares.

El resto del trabajo se organiza como sigue. La sección 2 presenta los problemas que han motivado este trabajo y describe el contexto. La sección 3 describe la experiencia y la solución tecnológica empleada. La sección 4 explica cómo se ha evaluado la experiencia y muestra los resultados obtenidos. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones de la experiencia y apunta las líneas para el trabajo futuro.

II. MOTIVACIÓN Y CONTEXTO

Durante los últimos años, el interés en nuestro país por las ingenierías relacionadas con las TICs y, más concretamente, por las ingenierías informáticas, ha sufrido un declive considerable [4]. Esta afirmación se apoya en la caída patente de la demanda de nuevas matriculaciones que suele llevar aparejada, un descenso en la nota de acceso exigida a los alumnos de nuevo ingreso.

Paralelamente a ese hecho, un estudio realizado en ocho universidades españolas constata una caída en el rendimiento académico de los estudiantes de ingenierías informáticas, que resulta especialmente llamativo en el primer curso [5]. Si bien no se conocen con exactitud las causas de estos malos resultados, los estudios realizados en la Universidad Politécnica de Valencia referidos a las titulaciones de ingeniería informática apuntan algunas pistas, como por ejemplo: bajos ratios de asistencia a clase, elevados índices de abandono durante el curso, falta de motivación por las disciplinas y la consecuente baja dedicación a las mismas, baja participación en las aulas e incumplimiento de las tareas propuestas, entre otras.

La Fig. 2 utiliza como indicador global de rendimiento los porcentajes de aprobados, suspensos y abandonos en las asignaturas obligatorias de primer curso en las Ingenierías Técnicas de Informática (ITIG e ITIS), de la UPV. El gráfico muestra que menos de la mitad de los alumnos matriculados superan estas asignaturas y, lo que resulta peor, algunos años el porcentaje de abandonos supera al correspondiente de aprobados. Es evidente que todos estos indicadores reflejan una situación académica que, como docentes, hemos de intentar cambiar. Creemos que el modelo instructivo tradicional donde el profesor sigue teniendo el papel predominante en el proceso de enseñanza-aprendizaje puede ser uno de los factores que expliquen esta situación.

Por otra parte, el hecho de que el alumno disponga previamente de una buena parte del material que utiliza el profesor, le conduce, en no pocos casos, a una relajación excesiva y a una implicación bastante menor, en su aprendizaje.

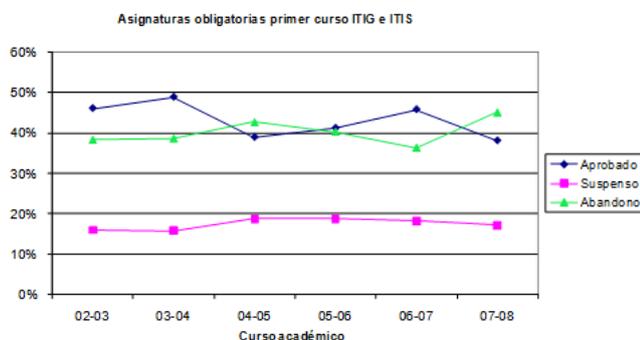


Figura 2. Rendimiento académico global durante los seis últimos cursos.

Por último, la evaluación basada en exámenes escritos, realizados al final del periodo académico y, por tanto, carentes de la oportuna realimentación, puede ser otro de los elementos que expliquen estos malos resultados.

Inspirados por los *Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education* [6] que resumen décadas de investigación con estudiantes universitarios de grado, en este trabajo se plantea un modelo educativo basado en metodologías activas y donde el uso de tecnologías de Tablet PCs conectados en red, pretende fomentar tanto la interacción profesor-alumno como la colaboración entre pares. Por otra parte, este nuevo entorno permite que el profesor emplee otro tipo de prácticas evaluadoras, distribuidas durante todo el periodo académico y que además, habilitan una realimentación inmediata.

En particular, el proyecto se aplica a un grupo experimental de Ampliación de Tecnología de Computadores (ATC), una asignatura obligatoria de segundo cuatrimestre de la Ingeniería Técnica de Informática de Sistemas, que tiene como prerrequisito la asignatura Fundamentos Físicos de la Informática (FFI), impartida en el primer cuatrimestre. En ambos casos, la problemática descrita en párrafos anteriores se agudiza. Por ejemplo, en el caso de ATC, durante los tres últimos cursos académicos se tiene que (a) alrededor del 50% de los matriculados abandonan el curso y (b) el porcentaje de aprobados sobre matriculados es del orden de un 25%.

En cuanto a contenidos, la asignatura objeto de este estudio está dividida en dos bloques temáticos principales. El primero parte de los conocimientos adquiridos en FFI y se centra en dispositivos semiconductores: diodo, transistor bipolar y transistor de efecto de campo. El segundo bloque parte de los conocimientos adquiridos para abordar el elemento nuclear de la asignatura, las familias lógicas, haciendo especial hincapié en las tecnologías CMOS.

III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Durante el curso 2008-09, la asignatura ATC tenía 300 alumnos matriculados en 5 grupos de teoría. Se escogió el más numeroso y se comunicó a todos sus alumnos la posibilidad de formar parte de una experiencia piloto en la asignatura, donde cada alumno dispondría de un Tablet PC. Por estricto orden de petición, se configuró un nuevo grupo, con el mismo horario de matrícula, de sólo 20 alumnos, cifra que venía condicionada por el número de equipos disponibles y el enfoque “1-to-1 computing” que, en este primer intento, se pretendía aplicar, con el fin de valorar mejor las posibilidades de la tecnología. El grupo estaba formado por 12 alumnos de nuevo ingreso y 8 que ya habían estado matriculados alguna vez en la asignatura, lo que además reflejaba una situación bastante habitual en el resto de grupos. Es importante señalar en este punto que el número de peticiones excedió con mucho, las plazas disponibles.

A. Objetivos del proyecto. Diseño de la experiencia

El reto planteado era desarrollar un nuevo entorno educativo donde, centrados en la aplicación de la tecnología móvil en el aula, pudiéramos alcanzar los siguientes objetivos: (a) aumentar la asistencia a clase y reducir la tasa de abandono; (b) incrementar la participación del alumno en las actividades de aula; (c) incorporar estrategias de evaluación formativa, mejorando la realimentación a los estudiantes, a su debido tiempo y, finalmente, (d) mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Dado que uno de los condicionantes era no cambiar el programa de la asignatura, para así poder comparar los resultados obtenidos en el grupo experimental con el resto de grupos, las primeras actuaciones se centraron en los aspectos metodológicos y organizativos.

El Plan de Ordenación Docente de la asignatura asigna, por semana, 2 horas de clase de teoría y 2 de clase de problemas. Cada grupo de teoría se divide en 2 grupos de problemas para favorecer así la participación del alumnado y la interacción con el profesor. Estos grupos de problemas suelen tener hasta unos 40 alumnos matriculados, si bien en la práctica, no acuden regularmente más de 20 alumnos a las sesiones. En ambos grupos, el profesor toma el rol principal bien exponiendo los contenidos, apoyado por unas diapositivas, o bien ofreciendo guías y, no pocas veces resolviendo los ejercicios planteados en la pizarra.

En el grupo experimental, el reducido número de alumnos permitió eliminar la distinción entre sesiones de teoría y de problemas. Desde el punto de vista metodológico, la primera apuesta fue dedicar no más de un 25% del tiempo de una sesión a que el profesor expusiera contenidos, de modo que el tiempo restante, se programaba para actividades del alumno, bien de forma individual o por grupos. Para poder aplicar este enfoque, el esfuerzo de los profesores se ha centrado en: (a) reducción de los contenidos de las presentaciones a lo que se considera fundamental, (b) selección de herramientas

disponibles (como el simulador PSpice) y/o producción de recursos didácticos (vídeos, animaciones, applets Java) que ayuden al estudiante a complementar las exposiciones del profesor, insistiendo en aquellos aspectos más difíciles de comprender (c) diseño de ejercicios y problemas que permitan aplicar los conceptos presentados y así obtener niveles superiores de aprendizaje y (d) diseño de pruebas de evaluación que permitan comprobar frecuentemente la consecución de los objetivos de aprendizaje planteados y así poder proporcionar la realimentación correspondiente.

La imposibilidad, por incompatibilidades horarias, de que todos los alumnos del grupo experimental acudieran a una misma sesión de laboratorio, ha impedido que el enfoque de las actividades de laboratorio pudiera ser distinto en el grupo Tablet PC. Esto es, los alumnos del grupo Tablet han cursado las prácticas distribuyéndose entre los distintos grupos convencionales.

B. Solución empleada

Una vez fijados los aspectos de diseño, se exponen algunos detalles sobre la implementación de la experiencia y cuál ha sido el papel de la tecnología en este enfoque.

En nuestro caso, se ha configurado una red inalámbrica donde se conectan los 20 Tablet PCs de los estudiantes junto con el del profesor, este último, a su vez, conectado con el proyector multimedia. Los equipos se guardan en un mueble especial (*Mobile Net Education Center*) que incluye también el punto de acceso y facilidades para la recarga de los equipos a la red, de modo que, en el momento de comenzar una clase, se encuentren completamente operativos. Todo este equipamiento ha sido financiado por Hewlett Packard en el marco del *HP Technology for Teaching Grant Initiative, Transforming Teaching and Learning through Technology*, en la convocatoria del año 2008.

Las posibilidades de este tipo de tecnología móvil se incrementan notablemente mediante el uso de aplicaciones software diseñadas específicamente para su uso en el ámbito educativo. En la actualidad se pueden encontrar distintas soluciones de este tipo, tanto comerciales como gratuitas. En nuestra experiencia, se ha optado por una de este segundo grupo. Se trata de *Classroom Presenter* (CP), una herramienta desarrollada por la Universidad de Washington [7] que se adapta perfectamente a nuestro planteamiento pues, entre otras muchas cosas, permite: (a) compartir la presentación con los estudiantes y que tanto profesor como alumno puedan incorporar anotaciones o marcas haciendo uso de la tinta digital; (b) recibir contribuciones anónimas de los alumnos, que luego el profesor puede comentarlas sobre el proyector y comentar; (c) realizar sondeos con preguntas de tipo test de respuesta múltiple o Verdadero /Falso y mostrar los resultados estadísticos en un gráfico de barras, para poder así comprobar el progreso de los estudiantes; (d) disponer de una pizarra electrónica. El hecho de que el profesor reciba las contribuciones de sus alumnos le permite tener un registro de

la actividad diaria y, a posteriori, analizar con más calma el nivel de consecución de objetivos de sus estudiantes. Esto posibilitará al docente reconducir los planteamientos erróneos o plantear actividades de refuerzo. Por su parte, también los alumnos pueden guardarse la presentación del profesor junto con las anotaciones que sobre la misma haya podido realizar, además de su actividad diaria.

En una asignatura como Ampliación de Tecnología de Computadores, el hecho de poder utilizar la tinta digital se ha mostrado de gran utilidad ya que tanto profesor como alumno pueden dibujar libremente los esquemas de los circuitos, señalar los sentidos de las corrientes, confeccionar cronogramas y, por supuesto, plantear ecuaciones para el análisis de los mismos, todo ello de una forma bastante natural y cómoda, superada la fase inicial de adaptación. Adicionalmente, la tinta también ha resultado especialmente efectiva a la hora de revisar los ejercicios realizados por los estudiantes, pues ha permitido incorporar, con total libertad, cualquier tipo de marca o comentario sobre la resolución original, pudiendo ser enviadas a los alumnos en formato electrónico. La Fig. 3 muestra un ejemplo de ejercicio sobre transistores bipolares que incluye las marcas de revisión del profesor y la nota asignada.

8.4 El circuito de la figura utiliza un transistor cuya ganancia de corriente es $\beta = 50$. Sabiendo que $V_{BE(sat)} = 0.6V$, $R_1 = 80k\Omega$, $R_2 = 10k\Omega$, $V_{CESAT} = 0.2V$ y que la tensión de alimentación es $V_{CC} = 5V$, se pide:

0.0T us :

$\beta = 50$ $V_{CE(sat)} = 0.2V$ $V_{CC} = 5V$ $R_1 = 80k\Omega$ $R_2 = 10k\Omega$

$I_B = \frac{V_1 - V_{BE}}{R_1} = \frac{0.4}{80 \times 10^3} = 0.005 \text{ mA}$ esto no es congruente con I_B (←)

$I_C = \beta \cdot I_B \rightarrow I_C = 50 \cdot 0.005 = 0.25 \text{ mA}$ el sentido dibujado

$V_{CC} = R_2 \cdot I_C + V_{CE} \rightarrow 5 = 10 \times 0.25 + V_{CE}$

$5 - 2.5 = V_{CE} \quad V_{CE} = 2.5V$ 0.45

Respuesta: $V_{CEQ} = 2.5V$ $I_{CQ} = 0.25$

Figura 3. Ejemplo de ejercicio sobre transistores bipolares que incluye las revisiones del profesor

Por otra parte, el hecho de disponer en el aula de un computador por alumno, ha permitido también beneficiarse de todas las posibilidades que la plataforma educativa de la Universidad, llamada PoliformaT (basada en Sakai), nos proporciona. Podemos destacar el acceso a todos los recursos de la asignatura, plantear tareas con sus correspondientes restricciones temporales o realizar exámenes, además de las típicas herramientas de comunicación que incluye: anuncios, calendario, correo electrónico, etc.

IV. EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Para evaluar la efectividad de la experiencia se han comparado en primera instancia dos grupos, el experimental utilizando Tablet PCs y un grupo de problemas de 34 alumnos, considerado como grupo Control, y en el que tanto la teoría como los problemas han sido impartidos por el mismo profesor encargado del grupo Tablet PC, si bien esta vez siguiendo el enfoque del resto de los grupos. Se ha considerado además conveniente calcular los indicadores escogidos en el análisis, para el total de los alumnos matriculados en la asignatura (grupo Todos).

En aras a conseguir una evaluación más objetiva se ha decidido utilizar como indicadores la asistencia a clase y el rendimiento global en la asignatura. Para el primero de ellos la Escuela dispone de un sistema de control de firmas, para los alumnos de primer curso, que nos asegura que todos los grupos serán gestionados de idéntica manera. Con respecto al segundo indicador, es importante señalar que los alumnos del grupo experimental (o grupo Tablet) se evalúan de la misma forma que el resto de grupos, a excepción de la llamada nota de actividad, que es asignada por el profesor de problemas y representa un 10% de la nota final de la asignatura. En el caso del grupo experimental, las pruebas específicas de evaluación realizadas a lo largo del cuatrimestre, han permitido realizar una asignación más objetiva de esta nota.

En la Fig. 4 se observa que la asistencia a clase en el grupo Tablet ha aumentado considerablemente, doblando prácticamente los ratios obtenidos en el resto de grupos. Si consideramos el valor intermedio del 67% (asistencia a dos tercios del total de sesiones), un 60% de los alumnos en el grupo experimental lo cumplen, frente a un 32% en el grupo control o un 30% para el total de los grupos. Del mismo modo, cuando consideramos los porcentajes de alumnos que no llegan al 50% de asistencias, en el grupo Tablet se tiene un 25%, comparado con alrededor de un 60% tanto en el grupo control como en el global de grupos.

Es importante señalar que el colectivo de alumnos que no alcanza el 50% de asistencias en el grupo Tablet se identifica, en gran medida, con aquéllos que han abandonado la asignatura antes de la mitad del cuatrimestre. No podemos realizar tal afirmación para el resto de grupos, pero viendo los ratios de no presentados en la asignatura, la relación podría ser similar. Para valorar la bondad de nuestra aproximación en cuanto a rendimiento académico, hemos considerado las notas finales en el conjunto de las dos convocatorias existentes por curso (junio y septiembre), ya que suponen el compendio de la evaluación de todos los aspectos de la asignatura: teoría, resolución de problemas y prácticas de laboratorio.

Tal y como muestra la Fig. 5, un 40% de los alumnos del grupo experimental superan la asignatura frente a alrededor de un 20% que lo hacen tanto en el grupo control como en el total de los grupos. Si bien el porcentaje de alumnos aprobados en el grupo Tablet podemos considerarlo todavía muy bajo, resulta esperanzador comparado con los resultados del resto de grupos, tristemente habitual durante los últimos

cursos académicos. Por otra parte, queremos destacar el alto número de presentados a los exámenes, que en el caso del grupo Tablet ha alcanzado el 80%, cifra muy superior a la que año tras año encontramos en la asignatura y que se repite este curso en el resto de grupos, donde apenas supera el 40%.

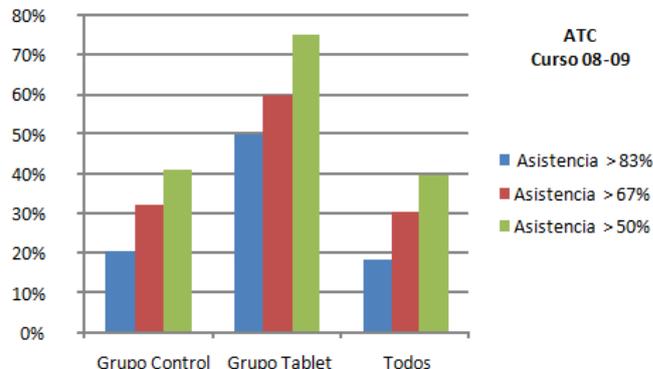


Figura 4. Datos comparativos de asistencia a las sesiones de clase para el grupo experimental y el resto de grupos.

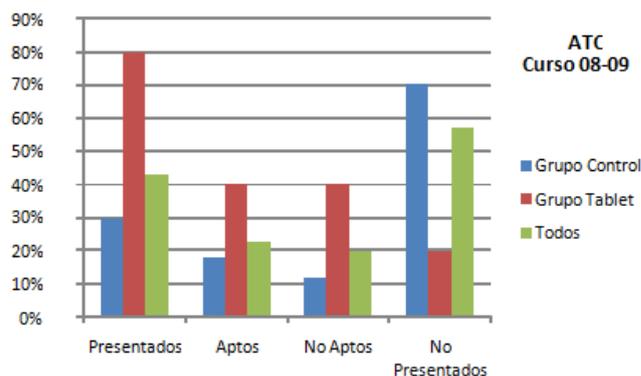


Figura 5. Datos comparativos de rendimiento académico para el grupo experimental y el resto de grupos.

Pese a que los resultados demuestran que la mitad de estos alumnos no han superado la asignatura, consideramos un indicio de compromiso el hecho de intentarlo y creemos que es un gran avance respecto al frecuente abandono de la asignatura. Además, los alumnos del grupo Tablet que superan la asignatura han obtenido una calificación media de 7.8, algo superior a la obtenida en el grupo control que alcanzaba 7.3, siempre en una escala de 10 puntos. En las encuestas realizadas tanto a mitad de la experiencia como al final de la misma, los alumnos han valorado muy positivamente el nuevo entorno educativo. No obstante, argumentan que les resulta un cambio bastante fuerte respecto al planteamiento tradicional, pues para afrontar diariamente las actividades planteadas, les exige un estudio previo al que no están habituados. Quizás el principal inconveniente que destacan es que el Tablet supone, no pocas veces, una invitación a la distracción, pues pueden navegar libremente por Internet. No obstante, la mayoría no dudan en recomendar la experiencia a un compañero.

V. CONCLUSIONES

Si bien se trata de una primera experiencia en el uso de una tecnología nueva para los participantes en este proyecto y que realmente supone un cambio drástico en el modelo educativo a emplear, la valoración es francamente positiva, pues hemos podido cumplir gran parte de los objetivos propuestos. En particular, queremos destacar que: (a) los ratios de asistencia y de abandonos han mejorado notablemente, (b) los porcentajes de aprobados y presentados en el grupo Tablet casi han doblado los correspondientes al resto de grupos, (c) la tecnología ha mejorado notablemente el clima del aula y ha favorecido la actividad diaria del alumno y su implicación por la asignatura, (d) las prácticas de evaluación formativa utilizadas durante el curso han contribuido a mejorar los logros de aprendizaje de nuestros estudiantes. En cuanto a los aspectos negativos, quizás el más destacable es el hecho de que algunos alumnos han identificado el Tablet como un elemento que “invita” a la distracción.

Es evidente que queda mucho camino por recorrer y que parte del esfuerzo ha de dedicarse a mejorar las competencias de los docentes para aprovechar las posibilidades de esta tecnología. Además, creemos que se ha de potenciar el desarrollo de recursos específicos que favorezcan el aprendizaje autónomo de nuestros estudiantes y, no menos importante, contribuir al cambio de actitud de nuestros alumnos, hasta conseguir que su protagonismo en el proceso, pase a un primer plano.

REFERENCIAS

- [1] J. Stuart and R.J. Rutherford, “Medical student concentration during lectures”, *Lancet* 2 (8088), 1978, pp. 514–516.
- [2] J.D. Bransford, A. L. Brown and R.R. Cocking eds., *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*, National Academy Press, Washington, D.C., USA, 1999.
- [3] C. E. Peiper, *A Teacher's Dashboard: Monitoring Students in Tablet Pc Classroom Settings*, Ph. D. Dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2008.

- [4] R. Capilla, *Análisis estratégico de los estudios TIC en la Universidad Politécnica de Valencia*, Tesis doctoral Universidad Politécnica de Valencia, 2009.
- [5] J. Más Estellés et al., “Rendimiento académico de los estudios de Informática en algunos centros españoles”, *XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática (JENU)*, Barcelona, Spain, 8-10 de Julio 2009.
- [6] A. Chickering and Z. Gamson, “Seven principles of good practice in undergraduate education”, *AAHE Bulletin*, 39, 1987, pp. 3-7.
- [7] R. Anderson, R. Anderson, P. Davis, N. Linnell, C. Prince, V. Razmov, F. Videon, “Classroom Presenter: Enhancing Interactive Education with Digital Ink”. *Computer*, 40(9), 2007, pp. 56-61.



José V. Benlloch-Dualde recibió el grado de MSc. en Ciencias Físicas por la Universidad de Valencia (UV), España en 1986. En la actualidad es profesor titular de Escuela Universitaria en el Departamento de Informática de Sistemas y Computadores de la Universidad Politécnica de Valencia. Su área de investigación incluye la tecnología educativa y la visión por computador. Es miembro del Consejo de la European Association for Education in Electrical and Information Engineering (EAEIE), así como miembro del capítulo español de la Sociedad de Educación del IEEE.



Félix Buendía García recibió el grado de MSc. y PhD. en informática de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España en 1992 y 2003 respectivamente. En la actualidad es profesor titular en el Departamento de Informática de Sistemas y Computadores de la UPV. Su área de investigación incluye temas sobre tecnologías Web y sistemas e-learning.



Juan-Carlos Cano recibió el grado de MSc. y PhD. en informática de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España en 1994 y 2002 respectivamente. En la actualidad es profesor titular en el Departamento de Informática de Sistemas y Computadores de la UPV. Durante el periodo 1995-1997 trabajo como analista programador para IBM en la división de fabricación de Valencia. Su área de investigación incluye la aplicación de tecnología a la docencia universitaria, las redes inalámbricas y la computación pervasiva.

Capítulo 6

Experiencias en la Docencia con Mundos Virtuales

E. Barreiro Alonso y D. Casado Neira

Title— Experiences in teaching with virtual worlds.

Abstract— This paper presents the results obtained in the Virtual Worlds course at the Faculty of Computer Science Engineering (ESEI) at the University of Vigo, which were carried out educational activities with a high degree of innovation: (a) use social networking for the organization of teaching, (b) publication of student blogs on the social network that reflect the activities and contributions, (c) delivery of lectures from a virtual 3D environment, and (d) delivery of group tutorials in the same environment. The results of surveys conducted among students regarding their experience in these classes and virtual tutorials.

Keywords—e-learning, opensim, second life, social networks, virtual worlds

Abstract— En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la asignatura Mundos Virtuales en la Escuela Superior de Ingeniería Informática (ESEI) de la Universidad de Vigo, en la que se han llevado a cabo actividades docentes de un elevado grado de innovación: (a) utilización de una red social para la organización de la docencia, (b) publicación de blogs de los alumnos sobre la red social en la que reflejan sus actividades y aportaciones, (c) impartición de clases magistrales desde un entorno virtual 3D, y (d) impartición de tutorías de grupo en ese mismo entorno. Se presentan los resultados de las encuestas realizadas entre el alumnado en relación con su experiencia en estas clases y tutorías virtuales.

Keywords— e-learning, mundos virtuales, opensim, second life, redes sociales

Este trabajo fue presentado originalmente al FINTDI 2009 (Fomento e Innovación con Nuevas Tecnologías en la Docencia en la Ingeniería) y ha sido parcialmente financiado por el proyecto de la Xunta de Galicia 08SIN009305PR: Novos Entornos Colaborativos para o Ensino.

E. Barreiro Alonso es profesor del Departamento de Informática de la Universidad de Vigo, Campus de Ourense, CP 32004 Ourense, España (teléfono: +34-988-368911; fax: +34-988-387001; e-mail: enrique@uvigo.es).

D. Casado Neira es profesor del Departamento de Sociología de la Universidad de Vigo, Campus de Ourense, CP 32004 Ourense, España (teléfono: +34-988-387134; fax: +34-988-387001; e-mail: dceira@uvigo.es).

I. INTRODUCCIÓN

LOS mundos virtuales 3D, o mundos sintéticos, son entornos simulados en computador, con los que los usuarios pueden interactuar a través de sus representaciones, denominadas avatares [1] Estos entornos pueden tratar de representar escenarios fantásticos e irreales, pero también permiten representar cualquier tipo de entorno real, en los que incluso se pueden simular comportamientos físicos reales (gravedad, propiedades de los objetos, etc).

Aunque los orígenes de los mundos virtuales se pueden situar a finales de los años 60, con los primeros dispositivos de realidad virtual, su salto al conocimiento del gran público tiene lugar con la popularización, entre los años 2005 y 2007, de Second Life, un mundo virtual online propiedad de la empresa Linden Labs, en el que los usuarios pueden construir su propio entorno, interactuar entre ellos e incluso poner en marcha modelos de negocio, pues dispone de su propia moneda, convertible en moneda real. Los mundos virtuales 3D existentes hasta ese momento eran en realidad juegos de rol online para múltiples jugadores (MMORPGs, massively multiplayer online role-playing games), como EverQuest o World of Warcraft. La gran novedad de entornos como Second Life con respecto a estos juegos es que no tienen reglas, no existe un objetivo, ni fases a superar. Las acciones a realizar las establecen los usuarios en función de sus intereses: conocer gente, realizar negocios, promocionar sus productos, modelar entornos virtuales, etc.

Una vez pasado el impacto mediático inicial de Second Life, seguido a su vez de un descrédito generalizado, es ahora cuando se comienza a ascender por la clásica meseta de la productividad de los mundos virtuales. Se empieza a conocer realmente qué es lo que funciona y lo que no funciona, qué es útil y qué no lo es en este tipo de entornos. Empresas y organizaciones como Sun Microsystems, IBM [2], Microsoft, la NASA y muchas otras están obteniendo buenos resultados de la utilización de los mundos virtuales. Hoy se encuentran aplicaciones en diferentes ámbitos, como la divulgación, educación [3], trabajo colaborativo [4], la simulación [5], o la

organización de eventos y reuniones, entre otros.

Second Life ha sido utilizado desde el principio para reuniones o la impartición de clases y conferencias, especialmente a partir del desarrollo de su módulo de voz. Universidades de todo el mundo se apresuraron a abrir sus instalaciones virtuales en este entorno, aunque por lo general más con fines publicitarios que con una verdadera vocación de utilizarlo como una herramienta de docencia virtual.

Aunque hace ya años que existen tecnologías como la videoconferencia para impartir clases y conferencias a distancia, los mundos virtuales tienen una serie de características colaborativas que mejoran la experiencia del usuario y pueden aportar una serie de ventajas:

--Conversaciones más naturales e interactivas (los módulos de voz permiten escuchar la voz proveniente desde la dirección del avatar que está hablando, se pueden complementar con mensajes de texto si hay problemas con la pronunciación de un término, posibilidad de establecer comunicaciones privadas entre diferentes participantes,...)

--Mayor nivel de interacción (creación de grupos, navegación compartida de webs, intercambio de fotos, objetos, notas, documentos,..., integración de datos externos, diseño colaborativo de objetos virtuales, grabación de vídeos de reuniones para utilizaciones posteriores,...)

--Contenidos multimedia (proyección de vídeos, emisión de programas de TV y música en streaming,...)

Si bien Second Life es el entorno más conocido, su naturaleza cerrada ha provocado que en pocos años se hayan organizado comunidades de desarrolladores de software libre que han puesto en marcha plataformas como OpenSim [6] y realXtend [7] que se pueden adaptar a las necesidades y los objetivos de los diferentes usuarios.

En el campus de Ourense de la Universidad de Vigo se imparte desde hace dos cursos una asignatura dedicada íntegramente a los Mundos Virtuales. En este trabajo se resume la experiencia de estos dos cursos en los que se ha tratado de profundizar y comprender si existen ventajas en la utilización de estos entornos para la docencia.

II. LA ASIGNATURA MUNDOS VIRTUALES

A. Breve Historia de la Asignatura Mundos Virtuales.

En el curso 2007/2008 se comenzó a impartir la asignatura Mundos Virtuales en la Escuela Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Vigo (campus de Ourense). Se trata de una asignatura de libre elección de campus (es decir, en la que se pueden matricular alumnos de todas las titulaciones del campus universitario), que se oferta con cincuenta plazas.

Si bien alrededor del 70% de los alumnos pertenecen a alguna de las dos titulaciones de Ingeniería Informática, el restante 30% se ha repartido entre las siguientes titulaciones:

- Diplomatura en Ciencias de la Educación.
- Licenciatura en Derecho.
- Licenciatura en Historia.

--Licenciatura en Física.

--Ingeniería Técnica Agrícola

--Licenciatura en Administración de Empresas.

--Diplomatura en Turismo.

Alrededor del 30% de los alumnos ya había utilizado en ocasiones mundos virtuales 3D, especialmente MMORPGs (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game) como War of Warcraft o Lineage. Aunque muchos de estos alumnos habían accedido en algún momento a algún mundo virtual como Second Life, por lo general no eran usuarios activos ni le encontraban un especial atractivo a esos entornos, por carecer de normas, objetivos, y en definitiva por no ser realmente juegos.

B. Objetivos y Contenido de la Asignatura

Desde el primer momento la asignatura se planteó como una forma de experimentar con las posibles aplicaciones de los Mundos Virtuales. El hecho de ser conceptualizada como una asignatura abierta a diferentes titulaciones permitió abordar diferentes perspectivas en las aplicaciones de estos entornos.

Como punto de partida intentamos situarnos en un cierto nivel de escepticismo, tratando de ignorar en lo posible las ideas preconcebidas que el exceso mediático hubiera podido generar previamente (exaltación desmedida de entornos como Second Life seguida, casi sin solución de continuidad, de un descrédito igual de desmedido). El objetivo primordial de esta asignatura ha sido estudiar entre todos (alumnos y profesor) las posibles aplicaciones de los mundos virtuales: educación, publicidad, negocios, ocio,... con sus pros y contras, sus luces y sus sombras, y por eso se enfocó su impartición más un ejercicio de reflexión colectiva que como una asignatura al uso.

Así pues, se establecieron los siguientes objetivos para la asignatura:

1) Consolidar el conocimiento conceptual de un sistema virtual.

2) Conseguir una visión crítica de la aplicación de los mundos virtuales colaborativos para la simulación, el negocio, la docencia y el entretenimiento.

3) Comprender cómo se modelan elementos en los mundos virtuales.

4) Ser capaz de utilizar herramientas software para crear entornos virtuales colaborativos y construir los avatares asociados a los humanos que operan en estos mundos.

El proceso metodológico de la materia se basa, principalmente, en la utilización práctica y el descubrimiento de las aplicaciones de estos entornos. Así pues, la asignatura se organiza como sigue:

1) *Clases de teoría*: se reducen a unas diez horas en total en las que, utilizando algunos textos de referencia se presentan los siguientes contenidos:

--Introducción a los mundos virtuales.

--Modelado de mundos virtuales y comunidades virtuales.

--Modelado de avatares y entornos virtuales.

--Los mundos virtuales en el trabajo colaborativo y los juegos.

--Aplicaciones empresariales y educativas de los mundos virtuales.

--Realidad virtual y realidad aumentada

2) *Clases de prácticas*: los contenidos de las clases de prácticas son los imprescindibles para que los alumnos adquieran un cierto dominio del entorno de Second Life y puedan comenzar el proyecto:

--El entorno y movimiento en Second Life.

--Modelado de avatares.

--Comunicación.

--Modelado de sólidos.

--Texturas.

--Introducción a la programación de comportamiento

3) *Trabajo del alumno*: los alumnos se agrupan en equipos de cuatro o cinco miembros y, basándose en los contenidos de las clases, materiales que facilita el profesor, noticias y sus propios gustos e inquietudes, escogen un tema sobre el que pretenden llevar a cabo su trabajo. Diseñarán un proyecto que llevarán a cabo durante todo el semestre y que deberán presentar en clase (en persona y/o desde Second Life, que es el entorno utilizado en la asignatura). La presentación es doble: primero presentarán el planteamiento del proyecto (motivación, objetivos,...) y a final del semestre presentan los resultados. El desarrollo del proyecto se va reflejando en un blog público creado por cada equipo en el que deberán realizar al menos una entrada semanal, y del que se hablará más adelante.

Para la realización de su trabajo los alumnos disponen de una isla de la ESEI (ESEI-UVIGO) en la que disponen de espacio para construir, así como un “centro de negocios” virtual donde exponer sus proyectos o incluso vender sus productos o servicios si fuera el caso.

C. Evaluación de la Asignatura

La evaluación de la asignatura se diseñó en consonancia con las características de ésta: su naturaleza colaborativa, creativa y participativa exige un sistema de evaluación en el que el examen final carece, en nuestra opinión, de sentido.

Así pues, se diseñó un sistema de evaluación basado en rúbricas, en el que la calificación del alumno estará determinada por:

--La evaluación del trabajo continuado del alumno, reflejado en el blog de la red social de la asignatura (20%)

--Proyecto de la asignatura (50%).

--Participación del alumno en las actividades de la asignatura y mediante los comentarios en los blogs de otros compañeros (30%).

Cada uno de estos apartados es evaluado por el profesor (70%) como por los propios compañeros (30%) en un sistema de evaluación entre pares, en los que alumnos y profesores deben ajustarse a los criterios establecidos por las rúbricas. En las Tablas I, II y III se muestran estas rúbricas.

TABLA I
RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS BLOGS

	Pobre (<=0.5)	Bueno (<=0.75)	Excelente (<=1)
<i>Actualización (10%)</i>	Se publicaron menos de ocho entradas.	Se publicaron entre ocho y quince entradas bien distribuidas durante el cuatrimestre.	Se publicaron más de quince entradas bien distribuidas durante el cuatrimestre
<i>Gramática y ortografía (10%)</i>	Presenta frecuentes errores gramaticales y ortográficos	Incluye algunos errores gramaticales y ortográficos.	La gramática y la ortografía son casi siempre correctas.
<i>Hiperenlaces en el blogroll (10%)</i>	Se incluyen muy pocos enlaces (de uno a tres enlaces)	Se incluyen bastantes enlaces (de cuatro a seis enlaces)	Se incluyen un número significativo de enlaces (más de siete enlaces)
<i>Calidad de los hiperenlaces (10%)</i>	Los enlaces no son de fuentes confiables y relevantes	Más del cincuenta por ciento de los enlaces son de fuentes confiables y relevantes.	Todos los enlaces son de fuentes confiables y relevantes.
<i>Comentarios en otros blogs (10%)</i>	No ofrece comentarios significativos en respuesta a los artículos de los blogs de otros estudiantes.	Generalmente ofrece comentarios significativos en respuesta a los artículos de los blogs de otros estudiantes	Comenta de forma significativa en los blogs de sus compañeros. Los comentarios facilitan la discusión y fomentan el pensamiento crítico.
<i>Comentarios en su blog (10%)</i>	En muy pocas ocasiones responde a los comentarios en su blog.	Los elementos visuales son pobres y no abonan a la presentación. Las imágenes son seleccionadas al azar, son de pobre calidad y distraen al lector	Incluye elementos visuales tales como tablas, ilustraciones gráficas y multimedia. Las imágenes son relevantes al tema del blog y los artículos, tienen el tamaño adecuado, son de buena calidad y aumentan el interés del lector.
<i>Materiales visuales y suplementarios (10%)</i>	No incluye elementos visuales (imágenes, videos) u otros documentos.	Los elementos visuales son pobres y no abonan a la presentación. Las imágenes son seleccionadas al azar, son de pobre calidad y distraen al lector	Incluye elementos visuales tales como tablas, ilustraciones gráficas y multimedia. Las imágenes son relevantes al tema del blog y los artículos, tienen el tamaño adecuado, son de buena calidad y aumentan el interés del lector.
<i>Derechos de autor (10%)</i>	No se incluyen las fuentes cuando se incluyen citas.	Se citan las fuentes pero se utilizan imágenes sin el debido permiso.	Se citan las fuentes de manera adecuada. Solo se incluyen imágenes de dominio público o con permiso del autor de las mismas.
<i>Interés de los artículos (10%)</i>	Los artículos tratan siempre de los mismos temas de clase, repiten cosas ya dichas y no aportan nada nuevo a la asignatura.	Hay pocos artículos que tratan temas no vistos en clase, o con perspectivas diferentes y originales.	Hay muchos artículos que tratan temas no vistos en clase, con perspectivas diferentes y originales.
<i>Calidad de los artículos (organización y coherencia) (10%)</i>	Las ideas son difíciles de seguir ya que tienden a ser incoherentes o están pobremente organizadas.	Pierde el foco en algunas ocasiones. Hay un desarrollo lógico de ideas pero no fluye o no se presenta de forma cohesiva.	Se mantiene el foco a través del blog. Desarrollo lógico de las ideas. La redacción se caracteriza por la fluidez y la cohesión.

Además de las clases en aula y laboratorio, y las presentaciones finales de los proyectos, se organizaron una serie de clases y tutorías en las instalaciones virtuales de la ESEI en Second Life.

D. Desarrollo de la Docencia Presencial

La asignatura tiene asignadas cuatro horas presenciales a la semana, divididas en dos clases de dos horas cada una. El trabajo semanal se articula alrededor de las siguientes actividades:

--Dos días antes de la clase se publican en el blog de la asignatura las actividades de la semana, y una lista de lugares de Second Life que los alumnos deben visitar.

--En clase el profesor realiza una introducción de unos veinte minutos sobre el tema a tratar.

TABLA II
RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PROYECTOS

	Pobre (<=0.5)	Bueno (<=0.75)	Excelente (<=1)
<i>Interés y originalidad (25%)</i>	El tema es poco interesante y se encuentran fácilmente otros trabajos similares. Además, el enfoque es muy poco original.	El tema puede ser relativamente habitual, pero el enfoque es original	El tema es muy interesante y poco habitual, y su tratamiento y enfoque son muy originales
<i>Ejecución (50%)</i>	El alumno ha hecho sólo el esfuerzo imprescindible. El resultado final es pobre. Poco cuidado en la realización y poco trabajo. Escasa dificultad. No hay elementos complementarios, o son de muy baja calidad.	El alumno se ha esforzado en intentar que su proyecto destaque. El resultado final es aceptable. Se aprecia un esfuerzo razonable, buena ejecución y una dificultad media-alta. Elementos complementarios aceptables (manuales, web, vídeos,...)	El alumno ha realizado un esfuerzo excepcional y el resultado final así lo transmite. Excelente cuidado en la realización final. Elevada dificultad. Buenos elementos complementarios y explicativos (por ejemplo, manuales, web, vídeos,...)
<i>Presentación (25%)</i>	El alumno no se expresa con corrección. No transmite claramente en qué consistió su trabajo. No transmite entusiasmo. Los materiales complementarios de la presentación no existen o son deficientes.	El alumno se expresa con corrección y consigue transmitir las principales características de su trabajo. Usa materiales complementarios o soportes a la explicación aceptables.	El alumno se expresa brillantemente y transmite perfectamente en qué consistió su trabajo. Consigue transmitir entusiasmo, "vende" bien el resultado. Usa muy buenos materiales complementarios o soportes a la explicación.

TABLA III
RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN

	Pobre (<=0.5)	Bueno (<=0.75)	Excelente (<=1)
<i>Comentarios en los blogs de los compañeros (40%)</i>	Realiza menos de ocho comentarios en los blogs de los compañeros. Comentarios poco trabajados, rutinarios. Los comentarios no se realizan periódicamente durante el cuatrimestre	Realiza entre ocho y quince comentarios en los blogs de los compañeros. La mayor parte de los comentarios están trabajados y aportan opiniones personales e ideas, no son rutinarios. Se realizan periódicamente durante el cuatrimestre.	Realiza más de quince comentarios en los blogs de los compañeros. Todos los comentarios están trabajados y aportan opiniones personales, ideas, otras fuentes,... Se realizan periódicamente durante el cuatrimestre.
<i>Participación en el wiki de la asignatura (30%)</i>	Realiza menos de tres aportaciones al wiki de la asignatura. Las aportaciones son poco interesantes y de escasa dificultad. No utiliza referencias a otras fuentes.	Realiza entre tres y ocho aportaciones al wiki de la asignatura. La mayor parte de las aportaciones son interesantes y se centran en cuestiones de una cierta complejidad. Cita referencias a webs, artículos, libros, manuales,...	Realiza más de ocho aportaciones al wiki de la asignatura. Todas las aportaciones son interesantes y la mayor parte se centran en cuestiones de elevada complejidad. Cita referencias a webs, artículos, libros, manuales,...
<i>Participación en otras iniciativas propuestas</i>	No participa en ninguna iniciativa planteada por los profesores.	Participa en una o dos iniciativas.	Participa satisfactoriamente y con entusiasmo en más de dos iniciativas propuestas.

--El alumno visita los lugares propuestos por el profesor y trata de descubrir otros de la misma temática, recogiendo sus impresiones en relación con el tema que se esté tratando esa semana.

--La última media hora se dedica a un debate en clase sobre los lugares visitados, las impresiones personales de los alumnos acerca de la viabilidad de negocios, proyectos o experiencias que hayan encontrado, etc.

--Estas experiencias e impresiones deben ser reflejadas por cada alumno, antes de la siguiente clase, en una entrada en su blog

III. LAS HERRAMIENTAS DOCENTES

Además del aula y el laboratorio, las tres principales herramientas utilizadas en la docencia de esta asignatura han sido: (1) la isla virtual de la ESEI en Second Life; (2) la red social mundosintetico.org, y (3) la plataforma de e-learning TEMA de la Universidad de Vigo (basada en Claroline).

El espacio virtual de la ESEI en el que se llevan a cabo, por regla general, los proyectos de la asignatura, es una isla alquilada dentro de Second Life, accesible para todo el mundo, de nombre ESEI UVIGO. En este espacio se han construido edificaciones virtuales que, básicamente, se pueden clasificar en tres tipos:

1) *Instalaciones docentes*: auditorios, aulas y seminarios en los que se pueden impartir clases, ayudados por la proyección de presentaciones en pantallas virtuales.

2) *Instalaciones publicitarias de la ESEI*: construcciones en las que el visitante puede consultar información del Centro y la Universidad de Vigo (titulaciones, servicios ofertados, asignaturas, réplicas de edificios como la biblioteca o el pabellón de deportes,...)

3) *Instalaciones complementarias*: realizadas como trabajos de alumnos de la asignatura (promoción turística, cafetería virtual, planetario, jardines, propuestas de negocios,...)

En lo que respecta a la red social, se trata de una red de blogs montada sobre WordPress MU (un sistema de WordPress para la instalación de múltiples blogs) complementado con el plug-in BuddyPress, que añade características de red social. Se trata de una instalación basada en software libre, muy estable y que aunque carece de tantas funcionalidades como se pueden encontrar en otros sistemas de redes sociales (Elgg, Ning,...) sirve perfectamente a los propósitos de la asignatura. Con este sistema los alumnos pueden crear sus propios blogs, instalar las plantillas que deseen, configurar su blogroll,... Esta red social se configuró con los siguientes apartados:

--Página principal, que muestra las últimas entradas de todos los blogs de la red, así como los últimos comentarios realizados.

--Documentación de la asignatura.

--Guías para el uso de Second Life.

--Vídeos tutoriales.

--Artículos y comunicaciones.

--Casos de éxito.

--Documentales sobre mundos virtuales.

--Noticias sobre mundos virtuales (a través de la inserción, mediante RSS, de noticias de blogs y webs relacionadas con mundos virtuales).

--Blog de la asignatura, mantenido por los profesores y en el que se plantean temas de discusión, se comunica la organización de tareas de la jornada, etc.

--Listado de usuarios.

--Listado de blogs.

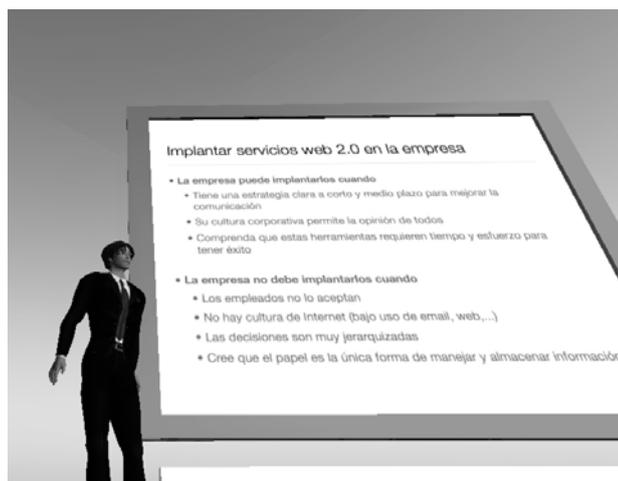


Fig. 1. Impartición de una clase magistral

IV. UTILIZACIÓN DE LOS BLOGS Y LA RED SOCIAL

Durante el primer curso que se impartió esta asignatura se utilizó ya la publicación en blogs, por parte de los alumnos, como una actividad más en la asignatura. Sin embargo, en ese curso no se utilizaba todavía la red social y cada alumno tuvo libertad de escoger en qué servicio (principalmente Blogger y Wordpress) publicaba su blog.

A pesar de que las entradas en los blogs y la participación en los de los compañeros ya formaban parte de la evaluación de la asignatura, los resultados fueron desalentadores: el ritmo de actualización era bajo, se hacían pocos comentarios en los blogs de los demás compañeros y la calidad de las entradas dejaba bastante que desear, tanto en la redacción como en el contenido.

Analizamos los posibles motivos de este primer fracaso y llegamos a la conclusión de que la dispersión de los blogs en diferentes servicios era la fuente del problema. Disponer de una página con los enlaces a los diferentes blogs no resultaba suficiente para que el alumnado se sintiera motivado a visitar, periódicamente, uno a uno, los blogs de los demás compañeros.

Por este motivo el segundo curso decidimos que los blogs debían de estar en una única plataforma, de tal forma que el alumno pudiera ver, de un vistazo, las últimas entradas de sus compañeros, al tiempo que sabía que cada entrada que él publicara en su blog y cada comentario publicado en los de los compañeros podría ser visto, automáticamente, por sus compañeros y por los profesores. Después de valorar la posibilidad de crear una página web en la que mediante RSS se publicaran entradas y comentarios de los blogs de los alumnos, se decidió que la mejor opción era la instalación de la red de blogs descrita más arriba.

La realidad demostró que, en efecto, la publicación conjunta de las últimas entradas de todos los blogs en la página principal de la web de la red, incrementaba enormemente las visitas entre blogs. Las entradas fueron

mucho más numerosas (incluso bastante más de lo necesario para obtener la máxima calificación por este apartado según las rúbricas de evaluación), y de mejor calidad: los alumnos no se limitaron, por lo general, a resumir los lugares visitados o la clase recibida, sino que pasaron a opinar, a posicionarse y a discutir en los comentarios sus diferentes puntos de vista. Un buen número de experiencias relacionadas con los mundos virtuales discutidas en clase durante el curso fueron localizadas y publicadas previamente por alumnos de la asignatura.

Por otra parte, la utilización de BuddyPress se demostró un acierto también desde el punto de vista del esfuerzo que el profesorado necesitaba dedicar para la evaluación de las publicaciones y la participación de los alumnos: en la ficha de cada alumno se puede consultar, de un solo vistazo, todas las publicaciones realizadas por éste como entradas en su blog o como comentarios en los blogs de otros compañeros.

V. EXPERIENCIAS CON LA DOCENCIA VIRTUAL

Como se comentó anteriormente, se programaron algunas actividades docentes virtuales, impartidas en las instalaciones docentes virtuales de que dispone la ESEI en Second Life. Estas actividades fueron de dos tipos: dos clases magistrales y dos sesiones de tutorías de seguimiento de los proyectos de los alumnos.

Los alumnos fueron invitados a participar a estas clases desde sus domicilios particulares o desde el laboratorio de la ESEI en el caso de no disponer de una buena conexión a Internet. El profesor participaba desde su despacho o desde su domicilio particular, de tal manera que los alumnos no podían verlo ni contactar con él más que a través del entorno virtual.

Las clases magistrales fueron impartidas por uno de los profesores de la asignatura y por un conferenciante invitado, especialista en negocios en Second Life. Las tutorías fueron impartidas por un profesor de la asignatura en la sala de juntas virtual: durante quince minutos se analizaba el estado del proyecto, diferentes enfoques en su realización, problemas encontrados y posibles soluciones a aplicar.

Después de las clases magistrales, y antes de comenzar con las actividades de tutorías, se pidió a los alumnos que cubrieran una encuesta para medir su grado de satisfacción con las actividades docentes virtuales.

La encuesta consistió en una serie de preguntas con posibles respuestas, que los alumnos debían de valorar desde 0 (totalmente en desacuerdo) hasta 3 (totalmente de acuerdo).

1) *Ventajas identificadas en relación a un medio físico convencional.* Entre diversas opciones (facilidad de participación, acceso a la información, comodidad, mayor atención, menor cansancio, mantenimiento del grado de interés, capacidad de comunicación/interacción), los tres factores destacados por los alumnos como ventajas de estos entornos en la docencia fueron la facilidad de participación, la comodidad y la capacidad de comunicación/interacción.

a) *Facilidad de participación:* el 80% de los alumnos se

mostraron de acuerdo o totalmente de acuerdo en que este factor constituye una ventaja.

b) *Comodidad*: el 80% de los alumnos se mostró totalmente de acuerdo en que este factor constituye una ventaja. El restante 20% se mostró de acuerdo en este sentido, no mostrándose ningún alumno, por lo tanto, en desacuerdo. Sin embargo, en este aspecto se produjo una cierta diferencia de opinión entre quienes asistieron desde el laboratorio y quienes lo hicieron desde su domicilio: un 95% de los alumnos que accedieron a estas actividades desde su domicilio optaron por puntuar esta opción con un 3, frente a un 40% de los que accedieron desde el laboratorio.

c) *Capacidad de comunicación/interacción*: el 71% se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo en que este factor constituye una ventaja, mientras que el 29% se mostró en desacuerdo.

2) *Desventajas identificadas en relación a un medio físico convencional*. Entre las diferentes opciones presentadas (manejo del avatar, facilidad de distracción, presentación de los contenidos, comportamiento y aspecto de otros avatares, medio físico del usuario), los dos factores destacados por los alumnos como desventajas de estos entornos en la docencia fueron la facilidad de distracción y la presentación de los contenidos.

a) *Facilidad de distracción*: el 73% de los alumnos encuestados se mostraron de acuerdo o totalmente de acuerdo en que este factor constituye una de las principales desventajas.

b) *Presentación de los contenidos*: el 54% se mostraron de acuerdo o totalmente de acuerdo en que este factor constituye una de las principales desventajas.

Al finalizar las actividades de tutorización de los proyectos, se volvió a pasar una encuesta a los alumnos, con el fin de identificar las herramientas que echaban en falta en un entorno virtual como Second Life. Se pidió que puntuaran de 0 (totalmente en desacuerdo) a 3 (totalmente de acuerdo) una serie de funcionalidades que supuestamente deberían utilizarse en este tipo de reuniones virtuales: pizarra, mayor expresividad del avatar, compartición de documentos en el entorno, trabajo colaborativo sobre documentos en el entorno y navegación web integrada en éste.

--Pizarra virtual: el 100% de los alumnos se mostró totalmente de acuerdo en la necesidad de disponer de algún dispositivo que permita escribir online y no únicamente proyectar presentaciones estáticas.

--Compartición de documentos: el 95% de los encuestados se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo en la necesidad de poder compartir documentos directamente desde el entorno.

--Trabajo online sobre documentos: el 80% de los encuestados se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo en la necesidad de poder trabajar online de forma colaborativa sobre documentos (hojas de cálculo, documentos de texto, presentaciones,...).

--Expresividad del avatar: el 70% de los alumnos se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo en la necesidad de



Fig. 2. Tutorías virtuales

disponer de avatares con un mayor grado de expresividad para mejorar la experiencia y la utilidad de las tutorías virtuales.

--Navegación web integrada: sólo el 50% de los alumnos se mostró de acuerdo o totalmente de acuerdo en la necesidad de poder acceder a la web desde las pantallas virtuales de estos entornos.

Antes de realizar las tutorías virtuales se preguntó también a los alumnos cual era su percepción sobre el rendimiento del aprendizaje en entornos virtuales 3D, tanto en lecciones magistrales como en tutorías (éstas aún no se habían realizado), siendo 0 un rendimiento nulo y 3 un rendimiento muy alto. En esta primera encuesta el 63% calificaron el rendimiento de las clases magistrales como alto o muy alto, y el de las tutorías fue calificado como alto o muy alto por un 76%. Cuando se volvió a realizar esta pregunta después de las tutorías virtuales, el porcentaje de los que consideraban el rendimiento de las clases magistrales como alto o muy alto bajó al 41%, mientras que el porcentaje relativo a las tutorías se incrementó hasta el 88%. Tanto los resultados de esta encuesta como la percepción del profesorado parecen indicar que los alumnos encontraron mucho más útil y productiva la utilización de los mundos virtuales para las tutorías y el trabajo colaborativo que para las lecciones magistrales y conferencias.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Las principales conclusiones que extraemos de la experiencia de estos dos cursos de la asignatura Mundos Virtuales se pueden resumir en:

--Disponer de una asignatura de estas características ha permitido adquirir conocimiento y experiencia en diferentes métodos docentes y herramientas que podrán ser aplicados en el futuro en asignaturas específicas de titulaciones.

--La integración de los blogs en una red social ha permitido contar con una mayor participación e involucración del alumnado, al tiempo que facilita el seguimiento y evaluación de su actividad.

--Los entornos virtuales 3D son percibidos por los alumnos como una herramienta aceptable y cómoda para la realización de actividades de tutorización.

--No obstante lo anterior, es necesario mejorar todavía estos entornos para dotarlos de mayores funcionalidades colaborativas, de comunicación y de expresividad de los avatares.

Second Life se ha manifestado como un buen entorno para realizar estas primeras actividades experimentales de docencia en entornos 3D. Sin embargo, su naturaleza cerrada (aunque la API del programa cliente es pública, la aplicación del servidor no lo es) dificulta e incluso imposibilita el desarrollo de las funcionalidades que permitirían mejorar la utilidad, productividad y eficacia de este entorno. Por otro lado, aunque el acceso a Second Life es gratuito, para poder desarrollar entornos docentes virtuales es necesario alquilar espacios a la empresa Linden Labs.

Afortunadamente existen ya alternativas de código abierto (OpenSim, realXtend,...) con comunidades de desarrolladores muy activas que, con toda seguridad, permitirán el desarrollo de nuevas funcionalidades necesarias para la docencia virtual, como las que aquí hemos identificado. Entre las líneas de trabajo que ya estamos abordando actualmente se pueden citar:

--Instalación de un grid de OpenSim en la ESEI para sustituir las instalaciones docentes virtuales que actualmente se encuentran en Second Life.

--Integración del grid de OpenSim con plataformas de e-learning. En concreto se ha utilizado Sloodle [8], un proyecto de código abierto originalmente pensado para integrar Second Life con la plataforma de e-learning Moodle [9] y se ha aplicado con éxito en OpenSim. Se ha programado un HUD (Head-Up Display) que permitirá al profesor la consulta en tiempo real de los avances del alumno. Esta información aparecerá asociada al avatar (por ejemplo, mediante una barra situada sobre éste que indique el porcentaje de tests superados por el alumno hasta ese momento).

--Integración del grid de OpenSim con herramientas de la web social, especialmente con redes sociales. En la situación actual los profesores y alumnos de la asignatura tienen que mantener dos identidades digitales diferentes, una en la red social de la asignatura y otra en el entorno virtual. Se está trabajando en la integración de una red social basada en Elgg [10] con OpenSim, que permitiría acceder desde el entorno virtual a los contenidos publicados en la red (perfiles, contactos, entradas en blogs, comentarios, etc).

--Desarrollo de una pizarra virtual en OpenSim en la que se pueda dibujar directamente desde una pizarra digital (por ejemplo, desde un tablet-pc) y que el contenido aparezca directamente, y en tiempo real, en una pizarra ubicada en el entorno.

--Mejorar la capacidad expresiva de los avatares. A través de reconocimiento de expresiones faciales y gestos del usuario se mejoraría sensiblemente la expresividad al avatar, lo que permitiría una mejor comunicación a través del entorno.

REFERENCIAS

- [1] E. Castronova, *Synthetic Worlds. The Business and Culture of Online Games*. Chicago: The University of Chicago Press, 2005.
- [2] IBM, "Made in IBM Labs: IBM Creates Software for Holding Face-to-Face Meetings in Virtual Worlds", IBM Press Room, <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/26837.wss>, Mar 2009.
- [3] M.N. Boulos, L. Hetherington, S. Wheeler, "Second Life: an overview of the potential of 3-D virtual worlds in medical and health education", en *Health Information & Libraries Journal*, vol. 24, num. 4, pp. 233-245.
- [4] A. De Lucia, et al, "SLMeeting: supporting collaborative work in Second Life", *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, pp. 301-304, Napoli, Italy, 2008.
- [5] S.L. Delp et al, "OpenSim: Open-Source Software to Create and Analyze Dynamic Simulations of Movement", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 54, pp. 1940-1950, Nov 2007.
- [6] OpenSim, <http://www.opensimulator.org>, obtenido el 30 de Septiembre de 2009.
- [7] RealXtend, <http://www.realxtend.com>, obtenido el 30 de Septiembre de 2009.
- [8] Sloodle, <http://www.sloodle.org>, obtenido el 15 de febrero de 2010.
- [9] Moodle, <http://www.moodle.org>, obtenido el 15 de febrero de 2010.
- [10] Elgg, <http://elgg.org>, obtenido el 16 de febrero de 2010.



E. Barreiro Alonso nació en Vigo (España), en 1968. Es licenciado en ciencias económicas y empresariales por la Universidad de Vigo (1991), y doctor ingeniero en informática por la Universidad de Vigo (2006). Es Profesor Titular de Universidad del Departamento de Informática de la Universidad de Vigo, a la que pertenece como profesor desde el año 1991. Imparte su docencia en la Escuela Superior de Ingeniería Informática de Campus de Ourense, en la que ha impartido las asignaturas de Ingeniería del Software de Gestión, Planificación de Sistemas de Información y Mundos Virtuales. Sus intereses de investigación se centran en la actualidad en la aplicación de mundos virtuales colaborativos en la empresa y la educación.



D. Casado Neira nació en Vigo (España), en 1968. Es licenciado en ciencias políticas y sociología por la Universidad Complutense de Madrid (1992), y doctor en antropología por la Universidad de Santiago de Compostela (2001). Es Profesor Contratado Doctor del Departamento de Sociología de la Universidad de Vigo. Imparte su docencia en la Facultad de Ciencias de la Educación del Campus de Ourense, en la que ha impartido la materia de Sociología de la Educación en las diferentes titulaciones de la Facultad. Sus intereses de investigación se centran en la actualidad en las identidades colectivas contemporáneas.

Capítulo 7

Experiencias y Perspectivas de Entornos de Aprendizaje 3D Colaborativos

María Blanca Ibáñez, *Member, IEEE*, José Jesús García Rueda, Sergio Galán, David Maroto y Carlos Delgado Kloos, *Senior Member, IEEE*

Title— Experiences and Perspectives of 3D Collaborative Learning Environments.

Abstract—3D environments are user interfaces specially suited for person to person relationship and thus, they are being currently explored for educational purposes. Recently, educational experiments in 3D platforms have increased, ranging from collaborative constructive activities in Second Life, virtual meetings in Wonderland or immediate connections between worlds in Croquet. As a basis for a stronger future development of these experiences, this article offers a review of what these environments offer today and discusses the features that make them suitable for virtual learning environments.

Keywords—Collaborative 3D Virtual Worlds, Croquet, Second Life, Wonderland, 3D Virtual Learning Environments.

Abstract— Los entornos 3D son la última interfaz llegada al mundo de las relaciones persona-ordenador, y sobre todo de las relaciones persona-persona mediadas por ordenador, y ya desde el primer momento está empezando a emplearse con fines educativos. Desde actividades constructivas colaborativas en Second Life, pasando por reuniones virtuales en Wonderland o conexiones inmediatas entre mundos en Croquet, los experimentos educativos en las principales plataformas 3D del momento se multiplican. Como base para un futuro desarrollo más sólido de estas experiencias, en el presente artículo se hará un repaso de lo que estos entornos ofrecen a día de hoy, tras previamente haber analizado lo que sería conveniente que ofreciesen de cara a un aprovechamiento más completo de su potencial educativo.

Keywords— Entornos de Aprendizaje 3D, Entornos Virtuales Colaborativos, Wonderland, Croquet, Second Life.

I. INTRODUCCIÓN

EN cualquier espacio en el que se reúne un grupo de personas aparecen formas de colaboración. Estas formas pueden ir desde la más completa espontaneidad hasta las actividades de colaboración perfectamente planificadas. En el caso de los mundos virtuales 3D, también es posible encontrar ambas formas de colaboración, pero aunque si bien las dos se están empleando a día de hoy con fines educativos, es la segunda, la colaboración planificada, la que augura mejores rendimientos educativos, así como un avance más significativo en los próximos años.

Tradicionalmente, son las técnicas de diseño instruccional las que proporcionan las herramientas conceptuales necesarias para esta correcta planificación de las actividades didácticas y su integración con el resto de la experiencia de aprendizaje. Desde el boom de la tecnología educativa a mediados de los 90, estas técnicas se han ido aproximando paulatinamente a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, creando nuevas técnicas a aplicar en estos entornos pero también beneficiándose de estas tecnologías para mejorar y facilitar los procesos del propio diseño instruccional.

Ahora estas técnicas y metodologías didácticas han de dar

Este trabajo fue presentado originalmente al CONGRESO JITEL 2009.

M. B. Ibáñez, J. J. García Rueda, D. Maroto y C. Delgado Kloos pertenecen al Departamento Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad Carlos III de Madrid, Av. Universidad, 30, Edif. Torres Quevedo, E-28911 Leganés, Madrid, España (email: mbibanez@it.uc3m.es, rueda@it.uc3m.es, dmaroto@inv.it.uc3m.es, cdk@it.uc3m.es).

S. Galán perteneció al Departamento Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad Carlos III de Madrid, Av. Universidad, 30, Edif. Torres Quevedo, E-28911 Leganés, Madrid, España, está ahora en la Universidad de Malmö (Suecia). (email: sergio.galan@gmail.com).

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos “España Virtual”, Learn3 TIN2008-05163/TSI dentro del Plan Nacional de I+D+I y e-Madrid, S2009/TIC-1650 dentro de “Investigación y Desarrollo de tecnologías para el e-learning en la Comunidad de Madrid”.

España Virtual es un proyecto de I+D, subvencionado por el CDTI dentro del programa Ingenio 2010, orientado a la definición de la arquitectura, protocolos y estándares del futuro Internet 3D, con un foco especial en lo relativo a visualización 3D, inmersión en mundos virtuales, interacción entre usuarios y a la introducción de aspectos semánticos, sin dejar de lado el estudio y maduración de las tecnologías para el procesamiento masivo y almacenamiento de datos geográficos.

Con una duración de cuatro años, el proyecto está liderado por DEIMOS Space y cuenta con la participación del Centro Nacional de Información Geográfica (IGN/CNIG), Grid Systems, Indra Espacio, GeoVirtual, Androme Ibérica, GeoSpatiumLab, DNX y una decena de prestigiosos centros de investigación y universidades nacionales.

el salto a los sistemas 3D, encontrando formas efectivas de aprovechar las posibilidades que estos nuevos entornos ofrecen a fin de conseguir aplicarlos con éxito a los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello existen dos posibles aproximaciones.

La primera de ellas es observar las características de las plataformas 3D actuales e idear formas de aprovecharlas en beneficio del aprendizaje. Esta aproximación, claramente orientada al corto plazo, permite una aplicación inmediata de los elementos ya existentes, lo cual es claramente una ventaja deseable. Sin embargo, en contrapartida parece ahondar en la tendencia de que la didáctica vaya siempre un paso por detrás de la tecnología, cuando dado el enorme potencial de estos nuevos entornos quizá sería muy conveniente empezar permitiendo a la didáctica plantear sus necesidades y expectativas. Esta segunda aproximación es la que adoptaremos en este trabajo, en el que partiremos de los requisitos que debería ofrecer un entorno 3D colaborativo orientado al aprendizaje para posteriormente, y bajo ese prisma, analizar las características que ofrecen algunas de las plataformas 3D más populares en la actualidad, prestando especial atención a las características de dichas plataformas que permiten satisfacer los requisitos previamente planteados.

II. II. REQUISITOS DE LOS ENTORNOS DE APRENDIZAJE COLABORATIVOS

Para favorecer la colaboración en ambientes virtuales educativos, es necesario no sólo que el usuario pueda sentirse inmerso en la experiencia educativa sino que además tenga mecanismos que articulen su trabajo. Todo esto sin olvidar que el usuario debe ser capaz de manejar adecuadamente la tecnología a su disposición.

La inmersión en el ambiente virtual se alcanza gracias a la representación de sí mismo que hace el usuario por medio de avatares, la calidad de la escenografía del mundo virtual y la posibilidad de interacción que el usuario tiene con el entorno virtual mediante interfaces que extienden sus sentidos.

Los aspectos recién señalados han sido desarrollados con relativo éxito en el mundo de los juegos virtuales. Sin embargo, los ambientes educativos colaborativos virtuales requieren además, una serie de servicios de colaboración provistos en donde los estudiantes puedan usar la tecnología para comunicarse con quien desean en el tiempo y espacio que sea mejor para ellos siguiendo el proceso educativo pactado.

Estos servicios de colaboración incluyen [1]:

- Tareas de trabajo: Como por ejemplo planificación, tormenta de ideas y creatividad grupal, toma de decisiones, negociación, competición y diseminación de información.
- Tareas de transición: Se refiere a las tareas empleadas para pasar de una tarea de trabajo a otra tanto en colaboración síncrona como asíncrona. Ejemplos: reasumir tareas previas, asignar trabajo, preparar la reunión virtual.
- Protocolos sociales: Definen la manera en que la sesión se lleva a cabo, permitiendo definir el grado de formalidad o informalidad, la dinámica de la sesión y lo que se espera de

cada uno de los presentes.

- Formación de grupo: Se articula en torno a tres dimensiones: tiempo, tipo de grupo y relativas al sistema computador. Entre las actividades incluidas en la dimensión tiempo se encuentran la duración de la sesión, la duración del esfuerzo colaborativo completo, y si la sesión es espontánea o está planeada. La dimensión del tipo de grupo tiene en cuenta el número de componentes, desde cuándo ese grupo lleva trabajando junto, grado de homogeneidad entre sus miembros, distribución geográfica y necesidades de sincronía o asincronía. La dimensión relativa al sistema computador se ocupa de la plataforma hardware con que cuenta el grupo, el tiempo disponible para formar a los participantes y del nivel de conocimientos informáticos de los mismos.

Aparte de la comunicación gestual que puede ser realizada mediante los avatares, la comunicación requerida puede ser vía texto, audio y vídeo y debe poder llevarse a cabo tanto de manera síncrona como asíncrona.

Es necesario además poder compartir información de manera implícita y explícita. La colaboración explícita se lleva a cabo compartiendo, al menos, documentos y objetos, mientras que la colaboración implícita, más sutil y menos explorada tecnológicamente, se espera que ayude a la toma de decisiones en base, por ejemplo, a comportamientos registrados de (o por) otros miembros de la comunidad. En este sentido, están ganando popularidad tanto la llamada folcsonomía como la exhibición de nubes de etiquetas.

Por último, en cuanto a los servicios académicos se requiere gestionar evaluaciones, orquestar el desarrollo del curso, y brindar servicios generalmente asociados a la planificación didáctica. Estos servicios son los más específicos del área educativa, al menos desde su vertiente más administrativa: el entorno debe ofrecer al profesor herramientas que le permitan llevar a cabo las tareas habituales de gestión de una acción docente, como por ejemplo editar, distribuir y corregir pruebas de evaluación tanto sumativas como formativas, desarrollar la planificación del curso y vincular sus distintas actividades al resto de servicios ofrecidos por el entorno, ofrecer la posibilidad de publicar calificaciones, avisos, calendarios de actividad, etc.

III. REQUISITOS DE LAS PLATAFORMAS

Entendemos por plataforma un entorno de software donde una aplicación puede ser desarrollada, probada y ejecutada. En el caso que nos ocupa, en la plataforma debe poder desplegarse un entorno educativo virtual 3D que dé soporte tecnológico a las necesidades establecidas en el apartado anterior.

Como primer paso para el establecimiento de un entorno virtual colaborativo se espera que la plataforma permita orquestar un sistema distribuido en el que los usuarios puedan entrar y salir independientemente de su ubicación física. Dos tipos de sistemas son comunes en estos casos, la arquitectura cliente-servidor o la arquitectura Peer To Peer (P2P). En el

primer caso, el usuario se conectará al sistema a través del servidor central y en el segundo caso a través de cualquier otro nodo del sistema distribuido. Los nodos del sistema deben intercambiar información entre sí de forma que en tiempo real todos los usuarios puedan ver el mundo virtual desde su perspectiva.

Para lograr la inmersión en el ambiente virtual, la plataforma debe brindar la posibilidad no sólo de configurar físicamente el avatar que representa al usuario sino además, establecer las bases para la comunicación de forma verbal o no verbal entre los avatares presentes en la escena. La comunicación verbal requiere que la plataforma maneje audio en tiempo real. Para la comunicación no verbal se debe contar al menos con chat de texto, y con la posibilidad de dotar al avatar con una amplia gama de gestos. Además, una cámara debe permitir ver el entorno virtual desde la perspectiva del avatar. La inmersión en la escena puede ser aún mayor si la plataforma permite acoplar dispositivos hápticos para una mejor manipulación u observación de los objetos de la escena.

Para satisfacer las necesidades de comunicación básicas, es necesario permitir tanto el intercambio de texto síncrono como el asíncrono. Con este propósito, sobre las plataformas debe ser posible implantar chat, transferencia de archivos, listas de contactos y establecer conversaciones simultáneas.

Las comunicaciones técnicamente más complejas, las de audio y vídeo, resultan imprescindibles en plataformas que soportan ambientes virtuales. La comunicación síncrona por audio permite establecer conversaciones uno-a-uno y uno-a-muchos. Existen también formas de comunicación por audio asíncronas donde es factible grabar y reproducir conversaciones.

En cuanto al requisito de los entornos educativos ligado a compartir información, se espera que en los ambientes virtuales educativos 3D sea posible tener variaciones de las herramientas típicas de los entornos 2D, como por ejemplo los blogs y las wikis.

Para fomentar las tareas de trabajo de la aplicación, la plataforma debe tener no sólo mecanismos para la importación, creación, borrado y composición de objetos a partir de otros más simples, sino también un lenguaje de guiones que permita que los objetos reaccionen ante estímulos.

La herramienta educativa debe proporcionar capacidades relacionadas con las tareas de transición. Las capacidades ligadas a este tipo de tareas son la localización de colaboradores, el establecimiento de la agenda de trabajo, manejo de calendarios, posibilidad de hacer sondeos y de repetir experiencias. Para ello la plataforma debe ofrecer la posibilidad de programar este tipo de transiciones.

Las capacidades ligadas a los protocolos sociales involucran por ejemplo indicadores de presencia, control de turno de palabra, sincronización, comunicación en grupo y espacios de trabajo privados. Las posibilidades de manejo del sistema distribuido junto con los elementos de chat de texto y de voz de la plataforma cubren estas capacidades.

Las capacidades relacionadas con la formación de grupos

tienen que ver con actividades ad-hoc para este propósito. En el campo tecnológico, las capacidades están ligadas a diferentes formas de comunicación entre los participantes.

Por último, los servicios académicos del nivel administrativo estarán cubiertos siempre y cuando la plataforma permita trabajar de forma distribuida, proveyendo de un lenguaje de programación lo suficientemente rico como para soportar aplicaciones similares a las ofrecidas por un ambiente Web 2.0.

IV. PLATAFORMAS DE INMERSIÓN VIRTUAL

Las plataformas que se analizan en este apartado han sido escogidas por la entidad sin fines de lucro conocida como Immersive Education Initiative [2] para establecer un ecosistema de plataformas en el que puedan intercambiarse objetos de aprendizaje. En la Immersive Education Initiative colaboran universidades, institutos de investigación, consorcios y compañías a nivel internacional uniendo sus esfuerzos para definir y desarrollar estándares abiertos, plataformas y comunidades capaces de promover sistemas de aprendizaje basados en mundos virtuales.

A. *Second Life*

Second Life (SL) [3] es un entorno virtual 3D al que se accede vía Internet y que es creado de manera colaborativa por sus usuarios (residentes). Esta plataforma ha sido desarrollada por Linden Research, Inc. [4] con fines comerciales.

En el ambiente inmersivo provisto por Second Life, los usuarios pueden crear avatares completamente configurables capaces de realizar una amplia gama de movimientos. Existe además la posibilidad de crear y modificar objetos, e intercambiar diversidad de productos virtuales a través de un mercado abierto que tiene como moneda local el Linden Dólar (\$L). La comunicación entre los avatares también es posible y se lleva a cabo por texto, voz y correo electrónico.

Cualquier aspecto del mundo puede ser programado, y el comportamiento de los objetos puede ser controlado mediante el uso de eventos, todo esto gracias al lenguaje de guiones Linden Scripting Language (LSL) creado específicamente para SL.

El modelo de negocio desarrollado por Linden Lab en torno a esta plataforma establece un uso limitado del mundo virtual. Las herramientas y el lenguaje de guiones son de libre acceso pero, para poseer "tierra" y poder construir en ella, es necesario crear una cuenta de pago.

Second Life utiliza una arquitectura cliente-servidor. Para minimizar el tiempo de comunicaciones el mundo está dividido en 256 x 256 regiones, siendo los objetos de una región responsabilidad de un único servidor.

Es una plataforma estable y bien documentada.

B. *Croquet*

Croquet [5], [6] es una plataforma de software libre que permite la creación de ambientes de colaboración virtuales

distribuidos en tiempo real. El proyecto Croquet persigue tanto el desarrollo como el despliegue de simulaciones colaborativas, entornos experimentales y laboratorios virtuales para la industria, la investigación y la educación.

Croquet es una extensión del lenguaje de programación orientado a objetos Squeak [7], [8] que define un sistema distribuido P2P. Croquet se ha beneficiado de diversos desarrollos realizados sobre Squeak, a saber: Morphic [9] que permite la creación interactiva de interfaces usuario, eToys [10] para la programación de entidades virtuales y TeaTime [11] para compartir y establecer comunicación entre objetos distribuidos. En la actualidad se está desarrollando el proyecto Cobalt [12] para dotar a Croquet con un navegador de espacios virtuales.

La plataforma emplea la OpenGL para las representaciones gráficas y OpenAL para el manejo del audio. Por ahora los avatares son muy rudimentarios, pues los esfuerzos del proyecto han estado centrados en el desarrollo del espacio y portales. En Croquet, un espacio es un lugar 3D con objetos con los que se puede interactuar, mientras que un portal es la interfaz 3D que facilita al usuario la transportación a los espacios del resto de los usuarios.

Croquet se encuentra en una etapa de desarrollo pre-alpha y por ahora dispone de soporte técnico escaso. En cuanto a las facilidades para el desarrollador tenemos que la máquina virtual de Squeak así como la de Croquet están escritas en Squeak y permiten la modificación del código en tiempo de ejecución.

C. Wonderland

Wonderland [13] es un proyecto de código libre que hasta fecha reciente patrocinaba Sun Microsystems Labs [14]. El objetivo original del proyecto es permitir el desarrollo de entornos colaborativos, distribuidos, escalables y robustos en los que se puedan realizar actividades de negocio. En la actualidad se está promocionando como una plataforma en donde también pueden desarrollarse entornos educativos.

Wonderland es una arquitectura distribuida cliente-servidor basada en JAVA [15]. Wonderland integra otros cuatro proyectos de desarrollo e investigación de Sun Microsystems Labs también de código libre y desarrollado en JAVA.

El Proyecto Darkstar [16] provee la infraestructura escalable y persistente del servidor, además ofrece las facilidades para la comunicación de los objetos del mundo virtual de Wonderland. Originalmente, Darkstar fue concebido como una plataforma para el desarrollo de juegos en línea, mundos virtuales y redes sociales.

jVoiceBridge [17] utiliza Voz sobre IP, provee a Wonderland de alta fidelidad en sonido, mezcla individual de canales de audio y audio estéreo en tiempo real. Este proyecto está basado en los estándares SIP & RTP por lo que puede ser integrado a la red telefónica convencional. jVoiceBridge facilita la inmersión auditiva en el ambiente virtual brindando una gama de calidades de voz tales como la presencial (atenuada a medida que se aumenta la distancia con el ente emisor), la telefónica, o la calidad de CD.

jMonkeyEngine (JME) [18] es un motor de renderizado que usa OpenGL (Open Graphics Library) y OpenAL (Open Audio Library) a través de LWJGL (Lightweight Java Gaming Library). JME es una arquitectura basada en grafos de escenas organizadas como árboles. Esta organización permite descartar rápidamente ramas del árbol para el renderizado rápido de imágenes complejas. JME soporta un gran número de objetos activos, y permite importar tanto imágenes como modelos de diferentes formatos, así como integrar aplicaciones desarrolladas como Java Applets, en AWT y en Swing. Su funcionalidad permite la implementación de juegos con calidad profesional.

El Proyecto Looking Glass [19] permite la interacción mejorada de aplicaciones de escritorio gracias al uso de ventanas y visualización 3D.

El proyecto Wonderland está en fase de desarrollo alfa (versión 0.5).

V. ENTORNOS EDUCATIVOS DESARROLLADOS SOBRE LAS PLATAFORMAS ANALIZADAS

Según D. Livingstone y J. Kemp [20], las actividades de enseñanza en plataformas como las analizadas, se pueden agrupar en las siguientes categorías:

- Simulación y escenificación de situaciones.
- Trabajo en grupo.
- Eventos y presentaciones.
- Actividades de construcción de objetos.

Utilizamos el marco establecido por D. Livingstone y J. Kemp para catalogar las experiencias educativas más significativas desarrolladas en las plataformas presentadas.

A. Simulación y escenificación de situaciones

Las aplicaciones que simulan y escenifican situaciones requieren de una representación lo más fiel posible del objeto y la situación de estudio. La actividad consiste en diseminar información, observar el objeto o situación planteada y manipular el objeto para que el estudiante tenga la sensación de “estar ahí”. En una simulación, las reglas y restricciones de la vida ordinaria están temporalmente suspendidas y reemplazadas por el conjunto de reglas operativas dentro del espacio y el tiempo donde se desarrolla la simulación.

En Second Life se han desarrollado diversas simulaciones para el aprendizaje de ciencias [21], por ejemplo, Genome Island es un entorno de aprendizaje experimental donde el estudiante puede interactuar con réplicas de experimentos genéticos clásicos, repetirlos, obtener datos, recibir instrucciones y también realizar evaluaciones. Otro ejemplo de simulación es The Herat Murmur Sim [22], la aplicación proporciona un espacio de entrenamiento donde los participantes escuchan el ritmo de los corazones de seis pacientes y hacen un diagnóstico para cada caso.

La empresa consultora de tecnología VEGA [23] utilizó Wonderland para desarrollar una academia virtual donde el aprendizaje puede llevarse a cabo de forma colaborativa. VEGA integró en dicha academia virtual un simulador de avión desarrollado como una aplicación independiente.

El proyecto Arts Metaverse [24] desarrollado por la Universidad de British Columbia, construye ambientes virtuales 3D basados en Croquet. La aplicación permite a los estudiantes visitar edificios, comunidades y culturas sin salir de su hogar o escuela (ver Fig. 1). De la exploración del ambiente virtual y la interacción con sus compañeros, el estudiante construye su propia comprensión de la arquitectura, la cultura, o la sociedad objeto de estudio.



Fig. 1. Reconstrucción de Machu Picchu en Croquet. Universidad British Columbia. Proyecto: Arts Metaverse.

B. Trabajo en grupo

Aquí se incluyen las aplicaciones donde es imprescindible la sincronización de varios colaboradores para el acceso simultáneo a un objeto virtual. Los participantes llevan a cabo tareas altamente colaborativas que incluyen planificación de actividades, tormenta de ideas, competición y negociación. Las tareas deben ser persistentes, por ello en estas aplicaciones se esperan actividades tales como el establecimiento de una agenda de trabajo, la asignación de responsabilidades y la posibilidad de retomar trabajo previo. Los protocolos sociales de comunicación son formales y pueden incluir juegos de rol. Este tipo de aplicaciones debe fomentar la alta cohesión entre los participantes promocionando incluso actividades fuera del ambiente virtual. La comunicación debe ser lo más real posible.

Sun Microsystems promovió el proyecto Wonderland for Kids [25] entre dos grupos de niños de segundo grado de primaria en Freemont (California) y en Santiago de Chile. La experiencia pretendía la mejora de destrezas lingüísticas en un segundo idioma mediante juegos como “tres en raya”.

Sobre Second Life encontramos aplicaciones que combinan las ventajas de inmersión y colaboración en la adquisición de destrezas y conocimiento. En este ámbito podemos citar la aplicación desarrollada por Thomson Netg [26] que ofrece entrenamiento para adquirir destrezas en el campo de los negocios y en el servicio de ventas.

El entorno 3D de Second Life también está siendo integrado con el LMS Moodle en el proyecto Sloodle. Sloodle integra entornos de e-learning tradicionales con espacios de aprendizaje inmersivos virtuales.

MPK20 [27] y Qwaq Forums [28] son proyectos de naturaleza netamente comercial que incluimos aquí dado que

su funcionalidad tiene aplicación directa en entornos de aprendizaje.

El proyecto Espacio Virtual de Trabajo (MPK20) está siendo desarrollado por Sun Microsystems sobre Wonderland. Permite la creación de espacios virtuales 3D donde pueden llevarse a cabo reuniones de trabajo, los usuarios pueden compartir documentos y reunirse con colegas. El proyecto enfatiza la utilización de audio de alta fidelidad, y brinda además la posibilidad de realizar trabajo colaborativo sobre aplicaciones de escritorio 2D estándares.

Una experiencia semejante a la anterior es Qwaq Forums desarrollada por Qwaq Inc. en Croquet. En esta aplicación es posible crear mundos virtuales para negocios (oficinas, salas de reuniones) y se permite a los usuarios trabajar y colaborar entre sí para identificar y resolver problemas.

C. Eventos y presentaciones

Este tipo de aplicaciones se caracteriza por la construcción de un escenario similar al real donde los usuarios interactúan entre sí de manera síncrona, con una colaboración de uno-a-muchos. El grupo se forma con individuos que están en lugares distantes y la dimensión del grupo puede llegar a ser grande.

En Second Life han sido llevadas a cabo diversas experiencias de este tipo. Entre ellas vale la pena mencionar el Campus del New Media Consortium (NMC) [29]. Comprende eventos, clases, demostraciones e incluso exhibiciones de aprendizaje. Conferenciantes de la talla de Howard Rheingold, Henry Jenkins, y Daniel Reed han impartido charlas en el Campus del NMC. Este Campus ha sido además sede de sesiones de conferencias tales como NYLC Nacional Service-Learning Conference, TCC Online Conference y EDUCAUSE Focus Session on Immersive Learning Environments.

La experiencia educativa más interesante realizada sobre Wonderland es, sin duda, el proyecto MiRTLE (A Mixed Reality Teaching and Learning Environment) [30]. MiRTLE provee un entorno donde se integran el mundo real y el virtual para brindar la posibilidad a estudiantes de localidades remotas de participar en clases junto con estudiantes que asisten físicamente a las clases. Mientras el profesor imparte la clase puede interactuar tanto con los estudiantes presentes como con los avatares que representan a los estudiantes de localidades remotas. Los clientes pueden ser PCs, laptops, PDAs, IPTV, y teléfonos móviles. El objetivo a largo plazo del proyecto MiRTLE es crear todo un Campus con la integración de los mundos real y virtual (Ver Fig. 2).



Fig. 2. Proyecto MiRTLE desarrollado en Wonderland

D. Actividades que involucran la construcción de objetos.

En este tipo de aplicaciones, se espera que las tareas sean planificadas, que haya información acerca de cómo construir los objetos del mundo virtual, que haya un trabajo previo de preparación de escenario y de los objetos básicos de trabajo. El protocolo social puede ser tanto formal como informal y es necesario que los participantes estén suficientemente entrenados en el uso de la tecnología.

El proyecto educativo Greenbush Edusim [31] desarrollado en Croquet, pertenece a esta categoría de aplicaciones. Edusim es un entorno virtual 3D diseñado para ser utilizado en aulas de clase provistas de pizarras digitales interactivas conectadas entre sí. A través de las pizarras, los participantes integran, en un entorno preconstruido, los objetos que crean utilizando un menú de herramientas.

Tanto Wonderland como Second Life tienen las facilidades para la construcción colaborativa de objetos, sin embargo no se han encontrado aplicaciones educativas que exploten esas posibilidades.

Las aplicaciones reseñadas en este apartado intentan facilitar el aprendizaje explotando el medio 3D. Sin embargo, se trata de experiencias con limitaciones en cuanto a la representación fiel del objeto de estudio, en cuanto a sus capacidades de colaboración y a sus posibilidades de gestión entornos educativos. Los objetos educativos que se incluyen son adaptaciones obvias de los hallados en entornos 2D.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

El detenido estudio de las posibilidades que a día de hoy ofrecen tres de las más importantes plataformas 3D del mercado permite afirmar que dichas plataformas parecen estar listas para empezar a explotarse educativamente de formas que vayan más allá de lo meramente exploratorio y experimental. O dicho con otras palabras: aunque aún con amplio margen para la mejora, la capa tecnológica parece ser ya lo suficientemente sólida como para empezar a trabajar con garantías en la exploración y construcción de otros niveles que, si bien sustentados sobre dicha capa tecnológica, se acerquen más al empleo docente de dicha tecnología y a la formulación de estrategias didácticas que adapten a estos entornos los mecanismos de colaboración y aprendizaje de los sistemas no-3D, y que a partir de ellos definan otros nuevos

especialmente concebidos para aprovechar al máximo las nuevas y potentes características del 3D.

De esa manera, además, se cerrará la espiral del desarrollo tecnológico, al permitir que de alguna forma los nuevos dispositivos técnicos estén influenciados e incluso hasta cierto punto modelados por el empleo que los usuarios (docentes y discentes en este caso) den a la tecnología 3D en el campo educativo.

En esa línea de investigación se enmarca el proyecto del que este trabajo inicial forma parte. El análisis realizado en los apartados anteriores pone las bases para poder definir nuevos escenarios didácticos, nuevas formas de colaboración y nuevas vías de aprendizaje que se apoyen sobre un sustrato tecnológico cada vez más sólido pero que al mismo tiempo obliguen a la adaptación y a la reconfiguración parcial de dicho sustrato a fin de obtener mediante su empleo mejoras palpables en el aprendizaje.

Los servicios que a día de hoy ofrecen las plataformas analizadas, y sus perspectivas de evolución a corto plazo, ponen ante nosotros un potencial educativo creciente. Al menos eso puede deducirse si se comparan los servicios que ofrecen con los requisitos expresados al principio de este artículo. Ante la emergencia de este nuevo escenario educativo, se habrá de adoptar una actitud sistémica, holística, que partiendo de los entresijos tecnológicos, y sin perderlos nunca de vista, nos permita construir sobre los cimientos de dicha tecnología un robusto edificio de principios pedagógicos sólidos y acciones didácticas efectivas. Un edificio que sólo podrá alcanzar las dimensiones que sus cimientos prometen si se aborda su diseño y construcción desde una perspectiva pluridisciplinar en la que la creatividad bien concebida ha de jugar un papel fundamental.

No en vano nos toca asumir el papel de arquitectos de un nuevo mundo, y pocas veces será mejor empleada dicha expresión, en el que la voz 3D, los avatares con expresión corporal, los escenarios geográficos detallados, la visualización 3D de documentos y el resto de servicios ofrecidos por las plataformas actuales cobren vida más allá del movimiento, convirtiéndose en las piezas de un complejo puzzle con entidad propia. Un todo didáctico más allá de sus partes y herramientas concretas.

A. Trabajo Futuro.

Dentro del laboratorio de elearning Gradient [32] trabajamos con la plataforma Wonderland. El primer requisito establecido para la elección de la plataforma es disponer sin restricciones del código fuente. SecondLife por tanto queda descartado.

Desde el punto de vista de los requisitos de las plataformas, de una forma u otra todas cumplen con los requisitos de colaboración descritos en [1]. Por eso para la evaluación se tomaron principalmente criterios técnicos y estratégicos: estabilidad, perspectivas de futuro, facilidad de desarrollo.

Croquet destaca por sus capacidades de creación dinámica de elementos en el mundo y por su capacidad para conectar mundos diferentes mediante portales. Por contra el mundo de

Wonderland es mucho más estático: existe una mayor separación entre el desarrollo de elementos y su uso. Sin embargo su versión 0.5 soluciona los problemas de creación dinámica de objetos. Otras características como la magnífica integración del audio, a través de SIP, o la capacidad de integrar aplicaciones de escritorio y el uso de lenguaje Java influyeron también en la elección.

Así pues, tomando como base la plataforma Wonderland, los frentes de trabajo abiertos son los siguientes:

- Crear los objetos educativos básicos necesarios que servirán como base para construir servicios más complejos y elaborados: NPC's (non-player character), ambientes vivos, evaluadores...
- Facilitar al docente las herramientas para poner a disposición del alumno los componentes educativos necesarios en cada momento.
- Incorporar elementos de diseño instruccional estandarizado.
- Interacción mundo virtual/mundo real.

Como ejemplo concreto actualmente trabajamos en el desarrollo de un entorno de aprendizaje de la lengua española para extranjeros dentro del marco del proyecto España Virtual. Este entorno se basa en la recreación de lugares del mundo real (como calles, plazas o monumentos de ciudades españolas históricas) dentro del mundo virtual. Así se conectan los elementos lingüísticos con elementos culturales y se aumenta el grado de inmersión.

Una de las ideas principales sobre las que se está trabajando tiene que ver con el apartado de evaluación. Junto con los métodos convencionales utilizados por los docentes para evaluar la progresión de los alumnos, como puede ser la realización de ejercicios y preguntas preestablecidas, estamos explorando nuevas formas de evaluación basadas en la observación de las interacciones que llevan a cabo los alumnos con los objetos y personajes que se encuentran en el mundo virtual. Con este objetivo, se pretende desarrollar un sistema de registro que permita el almacenamiento, y posterior visualización y análisis, de las actividades realizadas por los alumnos dentro de este escenario 3D.

REFERENCIAS

- [1] Ch. Bouras and E. Giannaka and Th. Tsiatsos, "Virtual Collaboration Spaces: The EVE Community". Symposium on Applications and the Internet, pp. 48—55, 2003.
- [2] Immersive Education, "Immersive Education Initiative", Immersive Education, Available: <http://immersiveducation.org/>, [Accessed: April, 2009].
- [3] Linden Lab, "SecondLife", Linden Lab, Available: <http://secondlife.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [4] Linden Lab, "Linden Lab", Linden Lab, Available: <http://lindenlab.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [5] D.A. Smith and A. Kay and A. Raab and D.P. Reed, "Croquet – A Collaboration System Architecture", First Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing, c5, pp.2, 2003.
- [6] The Croquet Consortium, "The Croquet Consortium", The Croquet Consortium, Available: http://www.opencroquet.org/index.php/Main_Page, [Accessed: April, 2009].
- [7] A. Black and S. Ducasse and O. Nierstrasz and D. Pollet and D. Cassou and M. Denker, "Squeak by Example", Square Bracket Associates, 2007.
- [8] Squeak, "Squeak", Squeak, Available: <http://www.squeak.org/>, [Accessed: April, 2009].
- [9] J. Maloney, "An Introduction to Morphic: The Squeak User Interface Framework", In: Squeak: Open Personal Computing and Multimedia, Prentice Hall, 2002, pp. 39—67.
- [10] eToys, "Squeakland. Home of Squeak Etoys", eToys, Available: <http://www.squeakland.org/>, [Accessed: April, 2009].
- [11] D.P. Reed, "Implementing Atomic Actions on Decentralized Data", ACM Transactions on Computer Systems, Vol. 1, pp. 3—23, 1983.
- [12] [The Croquet Consortium, "Open Cobalt. Virtual workspace browser and toolkit", Cobalt, Available: <http://www.duke.edu/~julian/Cobalt/Home.html>, [Accessed: April, 2009].
- [13] Sun Microsystems, "Project Wonderland: Toolkit for Building 3D Virtual Worlds", Sun Microsystems Labs. Wonderland Project. Available: <https://lg3d-wonderland.dev.java.net/>, [Accessed: April, 2009].
- [14] Sun Microsystems, "Sun Microsystems Laboratories", Sun Microsystems Labs. Available: <http://research.sun.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [15] Sun Microsystems, "The Source for Java Developers", Sun Microsystems. Available: <http://java.sun.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [16] Sun Microsystems, "Project Darkstar. Open Source for the Online Game Universe". Sun Microsystems Labs. Available: <http://www.projectdarkstar.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [17] Sun Microsystems, "jVoiceBridge". Sun Microsystems Labs. Available: <https://jvoicebridge.dev.java.net/>, [Accessed: April, 2009].
- [18] Sun Microsystems, "jMonkeyEngine. Serious monkeys. Serious engine". Sun Microsystems Labs. Available: <http://www.jmonkeyengine.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [19] Sun Microsystems, "Welcome to Project Looking Glass!". Sun Microsystems Labs. Available: <https://lg3d.dev.java.net/>, [Accessed: April, 2009].
- [20] D. Livingston and J. Kemp, "Integrando entornos de aprendizaje basados en Web y 3D: Second Life y Moodle se encuentran", Novática. N. 193, pp. 7—12, 2008.
- [21] Linden Labs, "Science Learning Opportunities in Second Life", You Tube, Available: <http://www.youtube.com/watch?v=EfsSGBraUhc&feature=related>, [Accessed: April, 2009].
- [22] J. Kemp, M. Adamant y E. Pasteur, "The Herat Murmur Sim", Second Life, Available: <http://slurl.com/secondlife/waterhead/130/37>, [Accessed: April, 2009].
- [23] Vega, "Vega", Vega, Available: <http://www.vega-group.com/aboutus/>, [Accessed: April, 2009].
- [24] University of British Columbia, "Arts Metaverse", University of British Columbia, Available: <http://artsmetaverse.arts.ubc.ca/>, [Accessed: April, 2009].
- [25] Sun Microsystems, "Wonderland for Kids", Sun Microsystems, Available: http://blogs.sun.com/wonderland/entry/wonderland_with_kid, [Accessed: April, 8, 2009].
- [26] Business Communicators of Second Life. "Thomson NetG Second Life Corporate Training Campus", Available: http://freshtakes.typepad.com/sl_communicators/2006/09/thomson_netg_se.html, [Accessed: April, 2009].
- [27] Sun Microsystems, "MPK20: Sun's Virtual Workplace", Sun Microsystems, Available: <http://research.sun.com/projects/mc/mpk20.html>, [Accessed: April, 2009].
- [28] Qwaq, "Qwaq Forums", Qwaq, Available: <http://www.qwaq.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [29] New Media Consortium Campus, "New Media Consortium Campus", Linden Labs, Available: <http://slurl.com/secondlife/NMC%20Campus/138/225/43>, [Accessed: April, 2009].
- [30] V. Callaghan and M. Gardner and B. Horan and J. Scott and L. Shen and M. Wang, "A Mixed Reality Teaching and Learning Environment". ICHL 2008, pp. 54--65.

- [31] Edusim, “Edusim – 3D virtual words for the classroom interactive whiteboard”, Cobalt, Available: <http://edusim3d.com/>, [Accessed: April, 2009].
- [32] Gradient, “Gradient”, Gradient, Available: <http://gradient.it.uc3m.es/>, [Accessed: April, 2009].



María Blanca Ibáñez es Ingeniero en Computación y M.Sc. en Ciencias de la Computación por la Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Doctor por el Instituto Nacional Politécnico de Grenoble, Francia. Actualmente es Profesora Visitante de la Universidad Carlos III de Madrid, España. Sus intereses de investigación incluyen entornos virtuales 3D para el aprendizaje y aplicaciones CSCL distribuidas.



José Jesús García Rueda es Ingeniero Superior de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid, así como doctor por la misma universidad. Actualmente ejerce su actividad docente e investigadora en la Universidad Carlos III de Madrid, donde además es miembro del Instituto de Cultura y Tecnología de dicha universidad. Asimismo, es colaborador habitual del proyecto EducaRed de la Fundación Telefónica.



Sergio Manuel Galán Nieto es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Carlos III de Madrid, España, 2009. Actualmente se encuentra estudiando el Máster de Diseño de Interacción de la Universidad de Malmö (Suecia). El pasado año realizó tareas investigadoras en la Universidad Carlos III dentro del departamento de Ingeniería Telemática en el ámbito de sistemas de aprendizaje en entornos 3D. Actualmente sus intereses se centran en el diseño de tecnología centrada en el usuario, diseño de servicios y computación física.



David Maroto es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Carlos III de Madrid. Actualmente cursando el Máster en Ingeniería Telemática en el Departamento de Ingeniería Telemática de dicha universidad. Investigador del laboratorio GRADIENT, dentro del Grupo de Aplicaciones y Servicios Telemáticos del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid. Áreas de interés: aprendizaje en entornos 3D colaborativos.



Carlos Delgado Kloos es Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid y Doctor en Informática por la Universidad Técnica de Múnich. Es Catedrático de Ingeniería Telemática de la UC3M y el fundador del Área de Ingeniería Telemática de esta universidad. Es además, Director del Master online en Gestión y Producción en e-Learning.

Capítulo 8

Utilización de un Laboratorio Virtual como Herramienta de Autoaprendizaje

Pilar Fernández¹, Angel Salaverría², Jacinto González Dacosta³ y Enrique Mandado⁴, miembro, IEEE

Title—Using a Virtual Laboratory as a Self-learning Tool.

Abstract— This paper describes an integrated system improving engineering teaching and learning. It combines a tutorial with a virtual laboratory and an assessment method to become a self-learning system. The virtual laboratory is made up of a set of virtual experiments with a user-friendly graphic interface and interactive simulated electronic instruments relating practical and theoretical concepts. The system matches the constructivist theory and constitutes an interactive tool. The student uses the virtual laboratory before going to the actual laboratory learning from his mistakes.

Keywords—: computer aided education, learning system, self-assessment, virtual laboratory.

Resumen—Este documento describe un sistema integrado para la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería, que combina un texto con un laboratorio virtual y un método de autoevaluación para constituir un sistema de autoaprendizaje. El laboratorio virtual simula los conceptos teóricos y prácticos utilizando instrumentos electrónicos y se compone de un conjunto de experimentos virtuales interactivos que tienen una interfaz gráfica amigable. El sistema es acorde con la teoría constructivista y constituye una herramienta interactiva. El estudiante utiliza el laboratorio virtual antes de ir al laboratorio real y aprende de sus errores

Keywords— enseñanza asistida por computador, sistema de aprendizaje, autoevaluación, laboratorio virtual.

Este trabajo fue presentado originalmente en la Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información (CISTI) 2009

¹ Pilar Fernández, University of País Vasco UPV/EHU, Dpt. of Electronic and Telecommunication and Institute for Applied Electronics, pilar.fernandez@ehu.es

² Angel Salaverría, University of País Vasco UPV/EHU, Dpt. of Electronic and Telecommunication and Institute for Applied Electronics, angel.salaverria@ehu.es

³ J. González Dacosta, Departamento de Informática (Área de Leng. y Sist. Informáticos) e Instituto de Electrónica Aplicada, Universidad de Vigo, 36210 Vigo, España. jdacosta@uvigo.es

⁴ Enrique Mandado, University of Vigo, Dpt. of Electronic Technology and Institute for Applied Electronics, enriquemandado@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

EN este artículo se describe un sistema de autoaprendizaje y autoevaluación que combina un texto con un laboratorio virtual con un conjunto de cuestionarios. El laboratorio virtual, está formado por experimentos virtuales interactivos, cada uno de los cuales muestra al alumno el circuito práctico bajo análisis e incluso lo genera de acuerdo con su respuesta a los cuestionarios. Le da así la oportunidad de experimentar con él como si se encontrase en el laboratorio real. El alumno aprende y es consciente de sus errores ya que experimenta con sus propias respuestas.

En los últimos años existe una gran proliferación de herramientas de evaluación en entornos virtuales. La mayoría de las cuales hacen referencia a la automatización del proceso de evaluación de distintas actividades. En general, facilitan la recogida de información, valoración y devolución de información a los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje [1], [2], [3]. A la vez pueden promover la autorregulación y mejoran el aprendizaje, incluso si se considera la participación de los estudiantes en la evaluación. Algunos estudios muestran las ventajas que ofrecen este tipo de evaluación para automatizar la realimentación y en este mismo sentido son bastante populares los programas que permiten a los docentes elaborar rúbricas en línea. Resultados bastante útiles de estos estudios guías para desarrollar la evaluación en entornos virtuales [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10].

Un área del conocimiento humano en la que el proceso educativo muestra en la actualidad grandes carencias es la relativa a las Tecnologías Complejas que son aquellas que, como por ejemplo la Electrónica, poseen un conjunto de conceptos interrelacionados que dan lugar a sistemas difíciles de aprender [11], [12]. Debido a ello, en el aprendizaje de las Tecnologías Complejas, surge un conjunto de problemas entre los que destacan la carencia de metodologías pedagógicas eficaces, la falta de atractivo de los recursos que se ponen a disposición del estudiante, que está acostumbrado a los retos de los videojuegos, y la falta de adaptación de dichos recursos

a la diversidad y al nivel de conocimiento de los estudiantes.

Si bien dicho método es válido en algunas ocasiones, en general el alumno no obtiene una visión práctica a partir de sus repuestas. Un método ideal, en el terreno de la ingeniería que nos ocupa, sería que, después de responder a cada una de las preguntas formuladas, el alumno fuese al laboratorio para realizar el montaje práctico del circuito motivo de la pregunta y comprobarse la validez de su respuesta. Pero este proceso exige mucho tiempo y medios y además, si el alumno descubre en el laboratorio que su respuesta es incorrecta, tiene que buscar entre un cúmulo de papeles y apuntes la razón de su fallo. Es en este punto en el que las actuales Tecnologías de la Información proporcionan la posibilidad de desarrollar nuevas herramientas que ayuden a superar las dificultades indicadas.

Todo lo expuesto, estimuló a los autores a desarrollar un sistema que combina un laboratorio virtual con los cuestionarios adecuados y se describen en los siguientes apartados.

El alumno al que va destinado este sistema estudia los dispositivos electrónicos en una carrera de ingeniería. Los dispositivos electrónicos son los elementos básicos de los sistemas electrónicos y la comprensión y memorización de su comportamiento en la memoria de larga duración es muy importante [13], especialmente para los ingenieros de la especialidad de Electrónica. De ello de los laboratorios virtuales como herramienta de autoaprendizaje y autoevaluación de los citados dispositivos. Con este sistema, el alumno es protagonista de su propio proceso de aprendizaje porque no sólo estudia la teoría y los problemas de la asignatura en cuestión sino que, además, se autoevalúa experimentando en el laboratorio virtual y puede decidir, mediante los resultados de la autoevaluación, si vuelve o no a iniciar el proceso. Finalmente el alumno acude al laboratorio real con la seguridad y la motivación que necesita.

II. LABORATORIO VIRTUAL DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

Se puede definir un laboratorio virtual como un sistema constituido por unos medios (programas, equipos informáticos, instrumentos de medida), ubicados en uno o varios lugares, que se ponen a disposición de los usuarios, ubicados en cualquier lugar, para que puedan trabajar con ellos. Para ser verdaderamente eficaces los laboratorios virtuales deben imitar al máximo el entorno de trabajo real del estudiante tanto en apariencia como en funcionalidad. Se pueden diseñar con multitud de recursos como por ejemplo plataformas, programas de simulación, contenidos multimedia, lenguajes de programación, etc., normalizados o acordes con algunas especificaciones del aprendizaje electrónico.

El laboratorio virtual que se utiliza en este trabajo denominado simplemente laboratorio virtual, es simulado con la posibilidad de acceso desde Internet y está formado por un conjunto de experimentos [14], [15], [16], [17]. Sus principales características son las siguientes:

- Tiene una interfaz de usuario amigable, con componentes de aspecto físico parecido a los que el alumno utiliza en el laboratorio.
- Incluye instrumentos simulados cuya funcionalidad es similar a la de los instrumentos reales.
- Cada experimento es una simulación pedagógica interactiva que relaciona los conceptos teóricos con los prácticos.
- Contiene experimentos destructivos que no se pueden

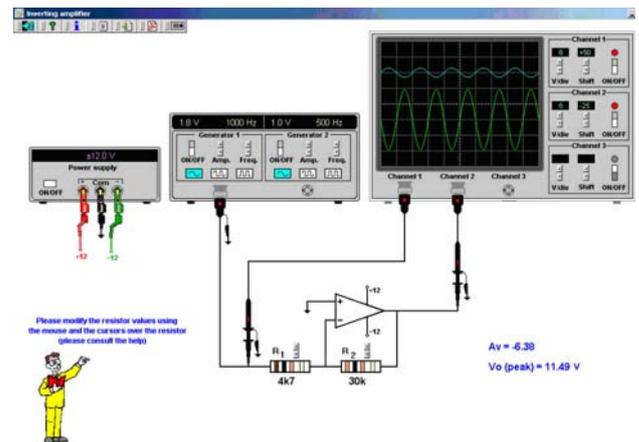


Figura 1. Ejemplo de experimento del laboratorio virtual

llevar a cabo en el laboratorio y muestran al alumno las consecuencias negativas de la mala utilización de los elementos reales.

- Utiliza muy pocos recursos del ordenador y puede ser incluido en cualquier otro programa

Incluye instrumentos generadores, instrumentos de medida, elementos de entrada y salida y el circuito electrónico cuyo funcionamiento se comprueba. Los instrumentos son interactivos y el usuario puede cambiar sus parámetros utilizando el ratón.

El usuario del laboratorio virtual puede realizar los diferentes experimentos, actuando libremente sobre los

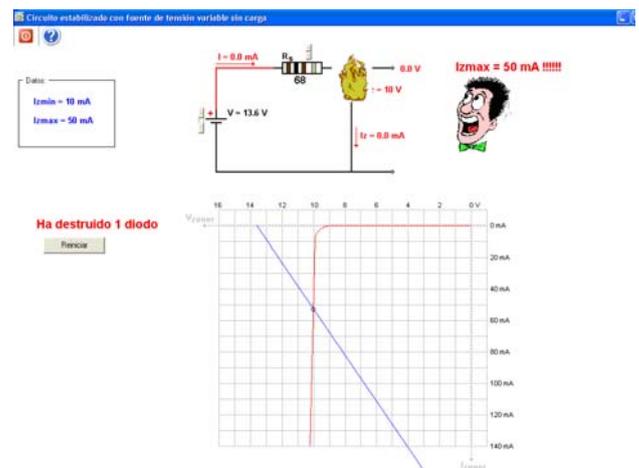


Figura 2. Experimento destructivo que muestra el resultado de la utilización incorrecta de un diodo zener.

distintos elementos que lo componen, para comprobar así su funcionamiento. Además, para que el laboratorio virtual

constituya una herramienta de autoaprendizaje, cada experimento contiene una o más actividades que guían al usuario sobre las acciones que debe ejecutar para llegar a comprender perfectamente el funcionamiento del circuito estudiado.

El circuito cuyo funcionamiento se comprueba a través del experimento se representa en la pantalla mediante un esquema

TAXONOMÍA DE BLOOM	MODELO IDEAL	APROXIMACIÓN	MODELO REAL	COMPETENCIAS
CONOCIMIENTO	Principios de funcionamiento	Estructura del dispositivo con nociones del componente real	Estructura del dispositivo real	Las competencias son las siguientes: - Conocer el funcionamiento
CONOCIMIENTO Y COMPRENSIÓN	Funcionamiento grafico	Funcionamiento grafico	Funcionamiento grafico	Comprender el funcionamiento
CONOCIMIENTO Y COMPRENSIÓN	Leyes de funcionamiento Ecuaciones	Leyes de funcionamiento Ecuaciones	Leyes de funcionamiento Ecuaciones	Comprender el funcionamiento
ANÁLISIS APLICACIÓN	Estudio de circuitos básicos de aplicación	Estudio de circuitos básicos de aplicación	Estudio de circuitos básicos de aplicación	Analizar y utilizar en circuitos básicos
APLICACIÓN SINTESIS	Resolución de problemas	Resolución de problemas	Resolución de problemas	Construir, analizar y reparar circuitos
SINTESIS Y EVALUACIÓN	Diseño de circuitos	Diseño de circuitos	Diseño de circuitos	Diseñar circuitos básicos electrónicos

Tabla 1. Metodología para la elaboración de cuestionarios

en el que el usuario puede cambiar los valores de los componentes adecuados y modificar la interconexión entre ellos.

Los instrumentos virtuales se comportan prácticamente

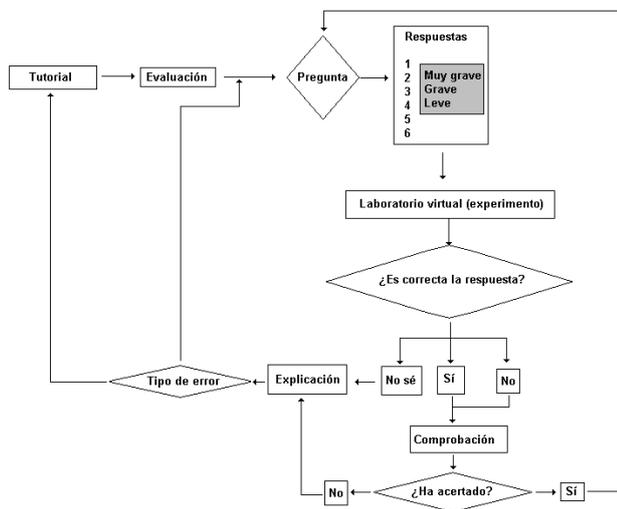


Figura 3. Organigrama del sistema.

igual que los instrumentos reales que se utilizan en el laboratorio, tanto si están como si no están basados en un computador y permiten la visualización y medida de las señales presentes en los puntos adecuados del circuito. La actividad está formada por el conjunto de acciones que el

usuario debe realizar sobre el circuito y los instrumentos para llevar a cabo el experimento.

En la figura 1 se muestra la interfaz de usuario de un experimento de Electrónica Analógica en el que se utiliza una fuente de alimentación, un generador de señales y un osciloscopio.

En la figura 2 se muestra un experimento destructivo que demuestra que el laboratorio virtual se acerca a la realidad. El alumno observa esta imagen si se superan los valores máximos del diodo zener.

III. METODOLOGÍA DE AUTOEVALUACIÓN DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

La herramienta de autoevaluación se plantea desde una perspectiva pedagógica de evaluación por competencias y está constituida por un conjunto de cuestionarios, cada uno de los cuales está asociado a un experimento del laboratorio virtual. Proporciona al alumno diversas competencias generales y específicas situadas entre la clase magistral y el laboratorio. Entre las generales cabe citar:

- Capacidad para organizar y planificar el trabajo de forma autónoma.

- Medida en cada momento del progreso del aprendizaje.

- Elevación del nivel de motivación por el estudio de la Electrónica.

Para formular los cuestionarios de autoevaluación sobre los dispositivos electrónicos se utiliza la tabla 1. En primer lugar se enumeran las competencias específicas que debe alcanzar el alumno al estudiar los dispositivos electrónicos, y a continuación se clasifican según la Taxonomía de Bloom [18]. En la columna de la derecha de la tabla I se indican las competencias y en la de la izquierda los niveles de la citada taxonomía.

En la fila superior de la tabla I se indican los distintos modelos del dispositivo (ideal, aproximado y real) y en las celdas centrales los cuestionarios. La creación de un cuestionario se debe realizar de forma que capacite al alumno para adquirir las competencias que se enumeran en la columna de la derecha de la tabla. Se logra así que los cuestionarios estén centrados en la parte interior de la tabla y organizados en orden de dificultad creciente de arriba abajo y de izquierda a derecha.

Cada celda interior está formada por un cuestionario de cinco preguntas (reactivos). Cada pregunta consta de un enunciado, una figura o esquema electrónico, un enlace con el experimento virtual interactivo y un conjunto de respuestas (opciones) de las que una es correcta y las demás son incorrectas (elementos de distracción). En total y en las celdas centrales de la tabla se elaboran 18 cuestionarios, cada uno de los cuales tiene cinco preguntas que a su vez constan de cinco elementos de distracción y una respuesta correcta. En total, en la tabla, hay 90 preguntas.

El alumno, debe resolver los cuestionarios avanzando por las celdas interiores de la tabla, moviéndose de izquierda a derecha y de arriba abajo, para ser consciente en todo

momento del nivel aprendizaje que alcanza. Dicho nivel lo conoce cualitativamente por la posición en la tabla, porque en cada instante sabe cuales son las competencias que está desarrollando y cuales le faltan, y cuantitativamente porque el sistema le da una valoración numérica.

Existe cierta polémica sobre si es o no posible cubrir los niveles más avanzados de la taxonomía, mediante pruebas

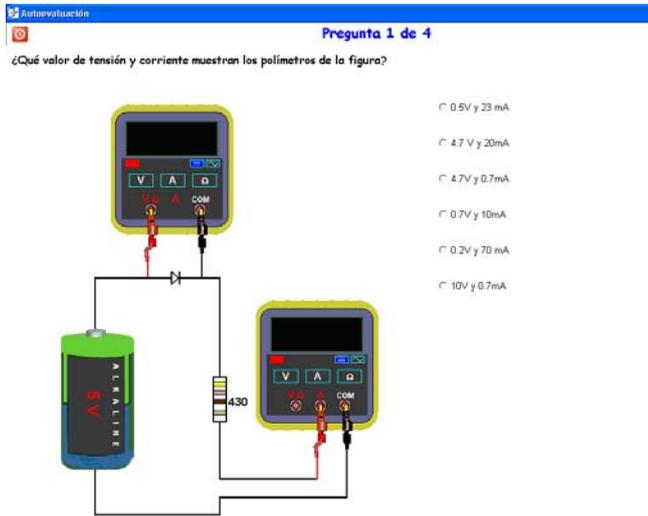


Figura 4. Interfaz gráfica de usuario en la modalidad de preguntas.

objetivas, en las carreras de ingeniería. Algunos autores presentan ejemplos de preguntas calificables en un ordenador, de las cuales forman parte las de opción múltiple y sostienen que en este tipo de evaluaciones se pueden diseñar preguntas que midan actividades intelectuales de orden superior, como por ejemplo, resolución de problemas, creatividad y capacidad de síntesis [19], [20]. Otros autores de la época son de la misma opinión [21] y llegan incluso a realizar comprobaciones con alumnos de ingeniería química [22].

Como los enlaces con el laboratorio virtual facilitan la obtención de las competencias, ha sido necesario a veces volver a reformularlas para evitar solapamientos. Esta realimentación, ha sido beneficiosa e imprescindible para lograr el acabado de la totalidad de los cuestionarios.

Se han podido formular preguntas relativas a fallos reales en circuitos electrónicos, porque se pueden ensayar fácilmente sin riesgos para el alumno.

IV. GESTIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE EVALUACIÓN Y APRENDIZAJE

En el organigrama de la figura 3 se muestra, de forma resumida, la metodología desarrollada para el proceso de autoevaluación y aprendizaje.

El proceso se inicia con un texto explicativo que puede estar implementado o no en formato hipermedia. Dicho texto se estudia combinándolo adecuadamente con la realización de los experimentos del laboratorio virtual. Una vez estudiado dicho texto y realizados los experimentos, el alumno accede al proceso de autoevaluación, que consiste en un conjunto de

preguntas de respuesta múltiple, entre las que debe seleccionar la correcta. Una vez realizada la selección, el sistema presenta al alumno el laboratorio virtual con el circuito bajo análisis para que experimente con él y deduzca si su respuesta es o no correcta.

Una vez que ha realizado el experimento, el sistema le pregunta si ha acertado o no. Es conveniente resaltar que no se le dice, directamente, si su contestación es o no correcta. Este método le obliga a descubrir por sí mismo si la respuesta es correcta, de acuerdo con el experimento que realiza. Se trata de una doble evaluación, la primera por la pregunta que se le plantea y la segunda por el experimento que realiza.

V. EJEMPLO DEL SISTEMA DESARROLLADO

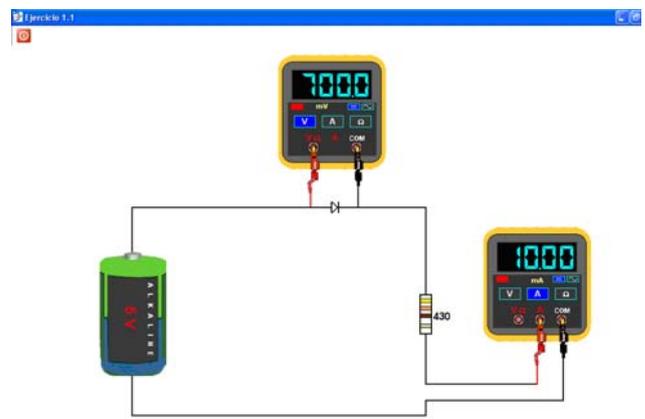


Figura 5. Tensión en bornes del diodo y corriente que circula por el circuito.

En las figuras 4, 5 y 6 se muestra un ejemplo sencillo en el que se analiza el comportamiento de los diodos.

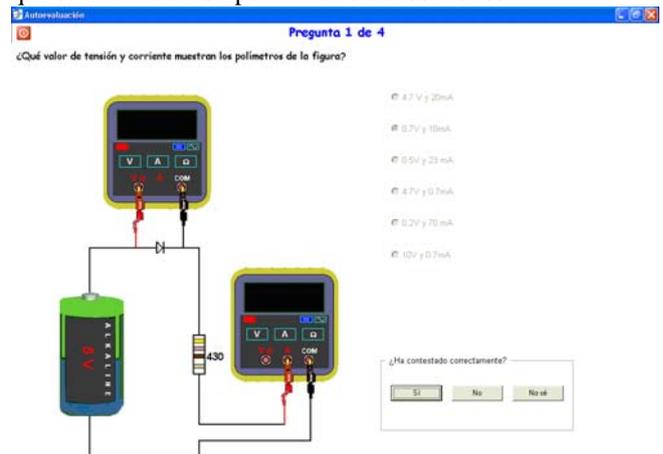


Figura 6. Interfaz gráfica de usuario en la modalidad de preguntas.

La situación del alumno parte de una de las celdas de la tabla I y más concretamente de una pregunta de las cinco que contiene un cuestionario. La figura 4 muestra un ejemplo de pregunta, el alumno debe elegir una de las respuestas que se proponen, de las cuales una es correcta y las cinco restantes incorrectas. En esta pregunta el alumno demuestra si sabe o no

cuál es la tensión en los terminales del diodo y la corriente que circula a través de él.

Una vez elegida la respuesta, el programa lanza el experimento interactivo del laboratorio virtual correspondiente al circuito bajo análisis, pero no le indica todavía al alumno, si su respuesta es correcta o no.

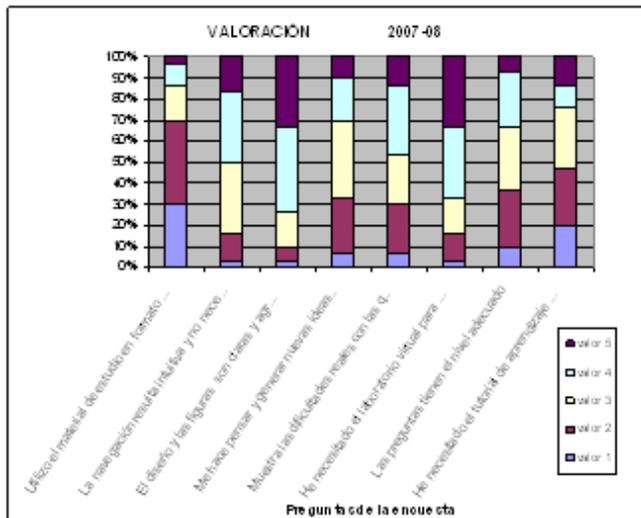


Figura 7. Porcentaje de valoración general.

El alumno puede interactuar con el experimento, accionando los interruptores de puesta en marcha de los instrumentos, estableciendo el circuito exacto, eligiendo el valor de los componentes, etc. Seguidamente puede visualizar en los instrumentos las condiciones del circuito que ha determinado y comprobar si la respuesta que ha dado es correcta o no, tal como lo haría en el laboratorio real. La figura 5 muestra el resultado que obtiene después de interactuar con el experimento.

Cuando el alumno sale del laboratorio virtual, se le muestra la pantalla de la figura 6 con la pregunta “¿ha contestado correctamente?,” debe seleccionar una de las opciones “sí”, “no” o “no se”. El sistema finalmente le califica si ha acertado o le envía otra vez al laboratorio virtual o al tutorial de aprendizaje.

VI. RESULTADOS OBTENIDOS

La herramienta de autoevaluación se plantea desde una perspectiva pedagógica de evaluación por competencias y está constituida por un conjunto de cuestionarios, cada uno de los cuales está asociado a un experimento del laboratorio virtual.

A. Encuesta de satisfacción

El estudio de la valoración del sistema por parte de los alumnos se ha realizado con una encuesta en la que se pregunta el grado de acuerdo (valores del 1 al 5) con los siguientes términos:

- Utilizo el material de estudio en formato electrónico
- La navegación resulta intuitiva y no necesita ayuda
- El diseño y las figuras son claras y agradables

- Me hace pensar y generar nuevas ideas y cuestiones
- Muestra las dificultades reales con las que me encuentro en el laboratorio
- He necesitado el laboratorio virtual para resolver las cuestiones
- Las preguntas tienen el nivel adecuado
- He necesitado el texto de aprendizaje para responder al cuestionario

En la figura 7 se puede ver de forma general este porcentaje.

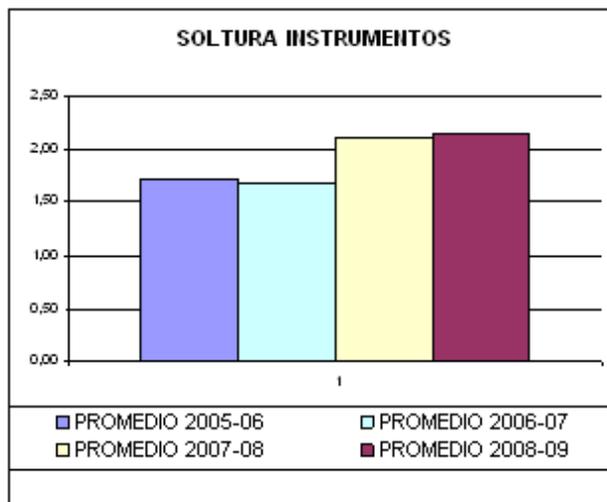


Figura 8. Promedio sobre 3 de las calificaciones de soldadura con los instrumentos del laboratorio.

La mayoría de los alumnos siguen, en general, utilizando el formato en papel para estudiar, ya que a la primera afirmación “Utilizo el material de estudio en formato electrónico” han seleccionado los valores 1 o 2. Para la gran mayoría la navegación es sencilla e intuitiva, el diseño y las figuras son claras y agradables y considera que ha necesitado el laboratorio virtual para resolver los cuestionarios.

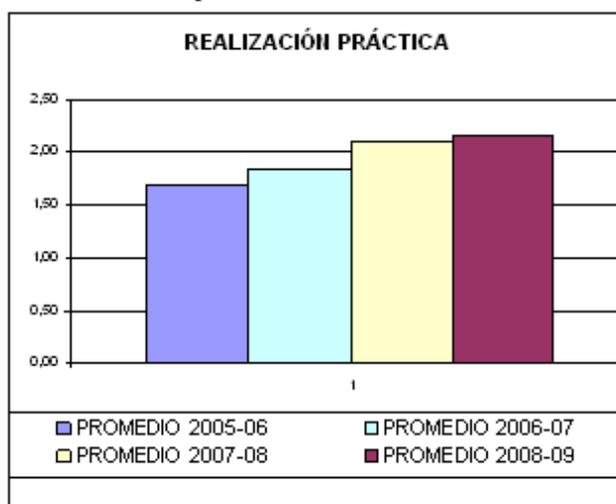


Figura 9. Promedio sobre 3 de las calificaciones de la realización de la práctica.

B. Resultados de las calificaciones de los alumnos de los últimos cuatro años

Para valorar el efecto sobre el aprendizaje se han utilizado las calificaciones de los cuatro últimos años. Se han calificado:

- Soltura con los instrumentos del laboratorio
- Realización y acabado de la práctica

Se han utilizado las calificaciones de los primeros semestres de los cursos 2005-06 a 2008-09. El sistema se ha utilizado en los cursos 2007-08 y 2008-09.

En las gráficas de las figuras 8 y 9 se muestran, en columnas, el promedio de la calificación de cada año. El criterio de valoración en clase de prácticas (soltura en el manejo de instrumentos, y realización de la práctica.) se ha realizado en base a tres niveles: bien (3), regular (2) y mal (1), es por ello que las puntuaciones finales se realizan sobre 3.

En la mayoría de las gráficas se detecta una mejoría en las calificaciones cuando el alumno utiliza el sistema.

VII. CONCLUSIONES

En este artículo se describe un sistema de autoevaluación por competencias basado en la taxonomía de Bloom que, mediante la utilización de un laboratorio virtual, permite al alumno evaluar sus conocimientos de un modo original que no se limita a la simple respuesta de "acertado" o "incorrecto" sino que le hace trabajar de un modo práctico, de la misma forma que lo haría en un laboratorio en el que tuviese que montar el circuito

El sistema de autoevaluación desarrollado es, además, un conjunto de objetos de aprendizaje, previamente estandarizados o no con SCORM [23] o IMS [24], que se ha incorporado a la plataforma informática de gestión del aprendizaje Moodle [25]

Utilizando este sistema, con las pautas que le da el profesor, el alumno construye su propio aprendizaje y autoevaluación [26]. Se logra así que deje de ser un receptor pasivo de información y que se convierta en un participante activo del proceso educativo, que relaciona la información disponible en el sistema con sus experiencias y conocimientos previos [27]. Se trata de una evaluación continua que se realiza durante el proceso de enseñanza y aprendizaje y cuyo objetivo fundamental no solo es regularlo de manera interactiva [28], sino que además ayuda al alumno a controlar por sí mismo sus propios procesos y estrategias de pensamiento y aprendizaje [28]. Se consigue de esta forma, una auténtica evaluación centrada en situaciones de aprendizaje de la vida real y en problemas significativos y relevantes de naturaleza compleja, que muestran al alumno la utilización de un conjunto de conocimientos, habilidades, y actitudes [29] [30] y [31].

El sistema se prueba en este momento (Marzo de 2009) con circuitos con transistores. En los próximos meses se utilizará con circuitos analógicos implementados con amplificadores operacionales y con circuitos digitales.

REFERENCIAS

- [1] A.C. Croft, M. Danson, B.R. Dawson, J.P. Ward, "Experiences of using computer assisted assessment in engineering mathematics," *Computers & Education*, vol. 37, no. 1, pp. 53-66, 2001.
- [2] M.J. Pollock, "Introduction of CAA into a mathematics course for technology students to address a change in curriculum requirements," *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 12, no. 3, pp. 249-270, 2002.
- [3] J. Bull., C. Collins, "The use of computer-assisted assessment in engineering: some results from the CAA national survey conducted in 1999," vol. 39, no. 2, pp. 91-99, 2002.
- [4] A. Garcia-Beltran, and R. Martinez, "Web assisted self-assessment in computer programming learning using AulaWeb," *International Journal of Engineering Education*, vol. 22, no. 5, pp. 1063-69,
- [5] L.E. Davis, et al. "Assessment-driven learning of mathematics for engineering students,," *International Journal of Electrical Engineering Education*, vol. 42, no. 1, pp. 63-72, 2005.
- [6] C.R. Smaill, "The implementation and evaluation of OASIS: A web-based learning and assessment tool for large classes," *IEEE Transactions on Education*, vol. 48, no. 4, pp. 658-63, 2005.
- [7] A.C. Croft, et al. "Experiences of using computer assisted assessment in engineering mathematics," *Computers & Education*, vol. 37, no. 1, pp. 53-66, 2001.
- [8] A.A. Renshaw, et al. "An assessment of on-line engineering design problem presentation strategies," *IEEE Transactions on Education*, vol. 43, no. 2, pp. 83-91, McDonald, 2004.
- [9] McMartin, F., A. McKenna, and K. Youssefi. "Scenario assignments as assessment tools for undergraduate engineering education," *IEEE Transactions on Education*, vol. 43, no. 2, pp. 111-19, 2000.
- [10] A. Carbone, P. Schendzielorz, and J. D. Zakis. "Electronic assessment and self-paced learning on the Web using a multiple-choice quiz generator." *International Journal of Electrical Engineering Education*, vol. 37, no. 2, pp. 119-25, 2000.
- [11] M. D.Valdés, M. J. Moure and E. Mandado, "Hypermedia: A tool for teaching complex technologies," *IEEE Transactions on Education*, vol. 42, pp. CD. 1999.
- [12] J.M. Brockman, "Complex Systems and Emergent Technologies," Report of the Center for Integrated Design Seminar, June 29, 1998.
- [13] J.D. Novak. *A Theory of Education*. 1977. Cornell University Press. Traducida al castellano por Alianza Editorial (1982): Teoría y práctica de la Educación
- [14] M.J. Moure, et al. "Virtual laboratory as a tool to improve the effectiveness of actual laboratories." *International Journal of Engineering Education*, vol. 20, no. 2, pp. 188-192, 2004.
- [15] A. Salaverría, L. F. Ferreira, J. Martínez y E. Mandado, "Laboratorio virtual para el autoaprendizaje de la Electrónica Aplicada," Congreso TAAE 2006.
- [16] Maiora J., et al. "Utilización de técnicas hipermedia en el desarrollo de una unidad didáctica para el aprendizaje y manejo del osciloscopio en el primer curso de Ingeniería Industrial," Congreso TAAE 2004.
- [17] Fernández P., et al. "Laboratorio virtual como conjunto de objetos de aprendizaje de los dispositivos electrónicos. Utilización como herramienta de autoevaluación," Congreso TAAE 2008.
- [18] B.S. Bloom, M.D. Engelhaut, E.J. Furst, W.H. Hill et al., "Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals, Handbook I; Cognitive domain," New York: Davis, McKay, 1956.
- [19] R.J. Leuba, "Machine-Scored Testing, Part I: Purposes, Principles, and Practices," *Engineering Education*, vol. 77, no. 2, pp 89-95, november 1986.
- [20] R.J. Leuba, "Machine-Scored Testing, Part II: Creativity and Analysis," *Engineering Education*, vol. 77, no. 3, pp 181-186, december 1986.
- [21] Robert L. Ebel. *Essentials of Educational Measurement*. 3er edit., Prentice Hall, 1980
- [22] David P. Kessler, "Machine-Scored versus Grader-Scored Quizzes-An Experiment," *Engineering Education*, vol. 78, no. 7, pp. 705-09, 1988.
- [23] SCORM Sharable Content Object Reference Model. Siendo ADL (Advanced Distributed Learning) la organización a cargo de este estándar. <http://www.adlnet.gov/scorm/index.aspx> (último acceso 24-2-09)
- [24] IMS Global Learning Consortium. <http://www.imsglobal.org/aboutims.html> (último acceso 24-2-09).

- [25] Plataforma educativa Moodle <http://moodle.org/> (último acceso 24-2-09).
- [26] J. Neimeyer Greg., "Evaluación Constructivista," [Tr: Angela Aparicio]. Paidós, Buenos Aires, Argentina, 1996
- [27] B. Grabowski, "Generative Learning: Past, present & future," In D.H. Jonassen (Ed.), Handbook of Research for Educational Communications and Technology. New York: Simon Schuster, McMillan, 1996.
- [28] C. Coll, C. y J. Onrubia, "Evaluación de los aprendizajes y atención a la diversidad," En Coll, C(coord.): Psicología de la instrucción. La enseñanza y el aprendizaje en la Educación Secundaria, pp. 144 y 145. Barcelona. ICE/Horsori, 1999.
- [29] P. Ahumada, "La evaluación auténtica: un sistema para la obtención de vivencias de los aprendizajes," Perspectiva Educativa, no. 45, pp. 11-24, 2005.
- [30] M. Birembaum, K. Breuer, E. Cascallar, F. Dochy, et al. "A learning Integrated Assessment System," Educational Research Review, no. 1, pp. 61-67, 2006.
- [31] F. Díaz Barriga, "La evaluación auténtica centrada en el desempeño: una alternativa para evaluar el aprendizaje y la enseñanza," En F. Díaz Barriga (Coord.), Enseñanza vinculada: vínculo entre la escuela y la vida (pp 125-163). México: McGraw-Hill, 2006.



Fernández Sánchez, Pilar. Ingeniera Técnica Industrial en Electrónica Industrial e Ingeniera Industrial en Organización Industrial (Universidad del País Vasco UPV/EHU). Profesora Titular de Escuela Universitaria en la UPV desde 1993. Su línea de investigación se ha centrado en sistemas de enseñanza y aprendizaje por ordenador. Premio a la mejor ponencia presentada en el área de Instrumentación Electrónica en el congreso TAEE 2004. Premio a la 2ª mejor ponencia presentada en el área de Electrónica Analógica, Circuitos e Instrumentación en el congreso TAEE 2008.



Salaverría Garnacho, Ángel. Licenciado en Ciencias Físicas (Universidad de Navarra), Doctor en Ciencias Físicas (Universidad del País Vasco UPV/EHU). Profesor Titular de Escuela Universitaria en la UPV desde 1979. Premio a la mejor comunicación oral por el trabajo "Sistema Hipermedia de verificación asistida por ordenador de circuitos analógicos" congreso TAEE 2002). Primer premio en la modalidad de software en el "1st European Contest on Microelectronics Education", congreso EWME 2002. Premio al mejor demostrador en el congreso TAEE 2004. Premio a la 2ª mejor ponencia presentada en el área de Electrónica Analógica, Circuitos e Instrumentación en el congreso TAEE 2008.



Jacinto González Dacosta. Doctor Ingeniero en Informática por la Univ. de Vigo -2002- Profesor Contratado Doctor del Departamento de Informática (Área de Lenguajes y Sist. Informáticos) de la Univ. de Vigo desde el año 2007 y como profesor desde el año 1993. Desarrollo de software educativo y hace unos años los trabajos se centran en los objetos de aprendizaje y las tecnologías basadas en componentes de software. Primer premio en la modalidad de software en el "1st European Contest on Microelectronics Education", congreso EWME 2002. Premio al mejor demostrador en el congreso TAEE 2004.



Mandado Pérez, Enrique. Ingeniero en Electrónica por la Universidad Politécnica de Madrid en 1969. Doctor Ingeniero en Electrónica por la Universidad Politécnica de Cataluña en 1976. Ha trabajado como ingeniero de aplicaciones durante diez años en Philips. Desde 1982 es catedrático de Tecnología Electrónica de la Universidad de Vigo. Ha publicado numerosos artículos, comunicaciones a congresos y libros entre los que destaca el titulado "Sistemas Electrónicos Digitales del que publicó la novena edición en 2008. En 1996 recibió el premio Xunta de Galicia al mejor trabajo del ámbito tecnológico por el artículo "Los parques tecnológicos como herramienta de promoción de la innovación tecnológica" publicado en la revista Economía Industrial del Ministerio de Industria. Es miembro del IEEE desde 1969 y está en posesión de la Cruz de Alfonso X el Sabio por méritos académicos.

Capítulo 9

Un Protocolo de Single Sign-On para Entornos de e-Learning. Reverse OAuth

J. Fontenla, *Student IEEE*, M. Caeiro, *Member IEEE* y M. Llamas *Senior IEEE*

Title— A Single Sign-On Protocol for e-Learning Environments: Reverse OAuth

Abstract— The current learning and socio-technical environment has led to the spreading of e-Learning systems known as Learning Management Systems. These systems consist of a central application to deal with the sequencing of the tasks of students and teachers, and another set of learning applications that allow them to communicate, carry out experiments, etc. Nevertheless, despite their widespread use these systems show usability problems when both kinds of applications require different authentication processes. Indeed, users have to type different sets of credentials, preventing them from focusing their efforts in their tasks and increasing the so-called “password stress”. Some initiatives have dealt with the problem of granting delegated authorizations, but their requirements are different from those that arise in e-Learning environments and therefore they cannot be applied. In this paper we introduce Reverse OAuth, a protocol for allowing the granting of authorizations to Access protected resources in e-Learning environments.

Keywords— Delegated Authorization, E-Learning, Password Stress, Reverse OAuth, Single Sign-On, Web Service.

Abstract— El actual ambiente educativo y socio-tecnológico ha llevado a la proliferación de sistemas de e-Learning conocidos como Learning Management Systems. Estos sistemas consisten en una aplicación central para gestionar la secuenciación de tareas de estudiantes y docentes, y en otro conjunto de aplicaciones educativas que permiten a aquéllos comunicarse, llevar a cabo experimentos, etc. No obstante, a pesar de su uso generalizado estos sistemas presentan problemas de usabilidad cuando ambos tipos de aplicaciones requieren diferentes procesos de autenticación. En efecto, los usuarios tienen que introducir

diferentes conjuntos de credenciales, impidiéndoles enfocar sus esfuerzos en sus estudios y aumentando el conocido como “password stress”. Algunas iniciativas han tratado con el problema de la concesión de autorizaciones delegadas, pero sus requisitos son diferentes a los que surgen de un entorno de e-Learning, y por tanto no son aplicables. En este artículo presentamos Reverse OAuth, un protocolo para permitir la concesión de autorizaciones para acceder a recursos protegidos en entornos de e-Learning.

Keywords— Autorización Delegada, E-Learning, Password Stress, Reverse OAuth, Single Sign-On, Web Service

I. INTRODUCCIÓN

EL vertiginoso avance científico y tecnológico ha llevado a organizaciones como universidades y empresas a proporcionar formación continua a sus estudiantes y empleados a través de sistemas de e-Learning conocidos como LMSs (Learning Management Systems). Los actuales LMSs pueden ser considerados como aplicaciones Web representativas y complejas. Ejemplos conocidos de LMSs son Moodle [2] o Blackboard [3]. Estos sistemas típicamente ofrecen un entorno centralizado para suministrar datos (documentos pdf, archivos multimedia, etc.) junto con aplicaciones y herramientas para manipularlos. No obstante, la creciente complejidad de los LMSs ha conducido a una aproximación de diseño en la que las herramientas son extraídas del propio LMS e invocadas remotamente [5].

Esta aproximación presenta dificultades relacionadas con la usabilidad de estos sistemas, y debido a lo innovador de la aproximación de separar un LMS y sus herramientas todavía no han sido afrontadas. Principalmente sería deseable que los estudiantes no tuviesen que autenticarse en las herramientas dado que previamente ya han sido autenticados en el LMS. Esto puede verse como la contrapartida en los LMS “tradicionales” que contienen las herramientas así como el propio LMS: un estudiante solamente tiene que autenticarse al principio de la sesión, pero a partir de ese momento puede usar las herramientas libremente sin tener que autenticarse de nuevo. Este principio de autenticación se conoce

Este trabajo fue presentado originalmente al JITEL 2009
J. Fontenla trabaja para el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (teléfono: +34986813462; e-mail: jfontenla@det.uvigo.es).

M. Caeiro trabaja para el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (teléfono: +34986813469; e-mail: mcaeiro@det.uvigo.es).

M. Llamas trabaja para el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (teléfono: +34986812171; e-mail: martin@uvigo.es).

habitualmente como single sign-on.

El estudio de una forma de conseguir single sign-on entre el LMS y las diferentes herramientas Web es el propósito de este artículo. Tomamos como punto de partida tres tecnologías de single sign-on, analizamos su adecuación a nuestro entorno de e-Learning y presentamos nuestra propuesta para solventar los problemas identificados.

Este artículo se estructura como sigue. En la Sección II se describe un escenario típico en el que se necesita una tecnología de single sign-on, y enumeramos los requisitos que deben satisfacerse. La Sección III hace una breve descripción de tres tecnologías de single sign-on, y las analiza según los requisitos de la Sección II. En la Sección IV lanzamos nuestra propuesta de solución para solventar las carencias identificadas en la Sección III, y en la Sección V proporcionamos su prueba de concepto. Terminamos el artículo con la Sección VI, donde extraemos algunas conclusiones.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la Sección I se mencionaron algunas tecnologías de autorización de propósito general. No obstante, para analizar su adecuación a nuestros propósitos es preciso formalizar el problema. Esta sección ofrece una visión más clara de la arquitectura considerada y las funcionalidades esperadas.

A. Descripción de la Arquitectura

La Fig. 1 muestra la arquitectura bajo estudio. En ella se aprecian tres entidades: el LMS, la herramienta y el usuario.

- Por un lado, el LMS proporciona el núcleo de funcionalidad del sistema (e.g. bases de datos de usuarios, la lógica para manejar la secuenciación de tareas).
- Por otro lado, la herramienta Web es una aplicación autónoma que proporciona una funcionalidad específica que puede ayudar a los usuarios a llevar a cabo sus tareas (e.g. un foro, un simulador de mecánica de fluidos).
- Finalmente el usuario accede al LMS para llevar a cabo sus tareas con la ayuda de la herramienta Web.

Este desacoplamiento permite a los LMSs extender sus funcionalidades fácilmente, pues para ello únicamente deben establecer una conexión con la herramienta Web apropiada.

Los desarrolladores del LMS y de las herramientas Web deben adoptar ciertas especificaciones para soportar su interacción mutua, representada en la Fig. 1 mediante una flecha que une el LMS con la herramienta. Ello permite a los usuarios llevar a cabo las tareas indicadas por el LMS usando la herramienta Web, representado en la Fig. 1 por las flechas que parten del usuario.

La herramienta Web posiblemente tenga implementado algún tipo de control de acceso para prevenir su utilización por parte de usuarios no autorizados. En este documento consideramos básicamente dos posibilidades:

1. Cada usuario tiene cuenta de trabajo en la herramienta.
2. El LMS tiene cuenta de trabajo en la herramienta, y a sus usuarios les concede acceso como *guest users*. Este mecanismo es conocido como autorización delegada.

La primera solución no es ni escalable ni práctica, pues los usuarios deben recordar numerosas contraseñas, lo cual redundaría en una mala experiencia de usuario. La segunda solución solventa los inconvenientes de la primera al estar basada en un mecanismo de autorización delegada. Por ello, la hemos escogido como base de nuestra solución.

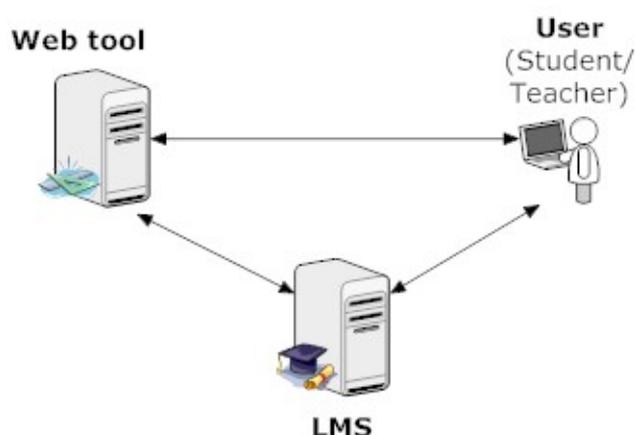


Fig. 1. Representación de la arquitectura.

B. Casos de Uso

Para clarificar la funcionalidad esperada del sistema introducimos aquí algunos casos de uso basados en un usuario que quiere llevar a cabo las actividades de una asignatura "Hidrodinámica", impartida desde un LMS alojado y mantenido por la Universidad A. Para ayudar a los usuarios con sus actividades hay disponibles vía Web dos simuladores de fluidos, cada uno con sus propias funcionalidades. Estos simuladores están alojados y mantenidos por la Universidad B. Además, el usuario debe responder a un cuestionario online. Esta funcionalidad la proporciona una herramienta Web de evaluación alojada en la Universidad C. El usuario puede usar cualquiera de los simuladores de la Universidad B para responder a las preguntas planteadas por la herramienta de evaluación. El límite de tiempo del cuestionario es una hora:

1. El LMS proporciona al usuario hiperenlaces a la herramienta de evaluación y a los simuladores. Desde el momento en que sigue el enlace al cuestionario el usuario dispone de una hora para responder a las preguntas. Durante ese periodo puede usar los simuladores según sus necesidades. Cuando la hora ha transcurrido no se le permite seguir respondiendo al cuestionario.

2. Cuando el usuario sigue los enlaces a alguna de las tres herramientas, el LMS establece una negociación con la herramienta en cuestión para conceder al usuario un acceso transparente. Mientras el usuario realiza sus actividades el LMS puede recibir informes de las herramientas, relativas a lo que el usuario está haciendo en ese momento (e.g. cuántas veces el usuario ha cambiado la respuesta en una pregunta determinada). Esta información es convenientemente procesada por el LMS. Cuando la hora ha transcurrido la calificación es transferida de la herramienta al LMS, donde es almacenada.
3. La herramienta recibe una conexión entrante procedente del LMS destinada a establecer la duración de su uso por el usuario y los ficheros a los que se le permite acceder. Este proceso de negociación no involucra datos sensibles relativos al usuario, sino únicamente parámetros de acceso.
4. Una vez estos parámetros han sido negociados, el usuario obtiene acceso a la herramienta. Mientras completa el cuestionario, la herramienta notifica eventos al LMS relativos a sus actividades. Cuando la hora ha transcurrido, o cuando el usuario sale de la herramienta de evaluación, ésta notifica un último evento al LMS concerniente a la calificación final del usuario.

C. Enumeración de Requisitos

En base a los casos de uso podemos enumerar formalmente los requisitos de la solución. Un subconjunto de ellos ha sido identificado como muy urgente por algunas comisiones de e-Learning [4]:

1. **Interoperabilidad:** el LMS debe poder interoperar con una herramienta Web incluso estando en dominios de red diferentes.
2. **Transparencia de Acceso:** los usuarios deben poder acceder a la herramienta sin que se les solicite autenticación, pues previamente ya se han autenticado ante el LMS. La transparencia de acceso es parte del caso de uso 2.
3. **Privacidad:** la herramienta únicamente puede tener acceso a aquellos datos que le suministre el propio LMS. En el caso de uso 3, las Universidades B y C no tienen acceso a información sensible sobre el estudiante de la Universidad A (e.g. nombre, e-mail).
4. **Elegibilidad:** un usuario del LMS debe poder acceder a la herramienta que prefiera de entre aquellas que le ofrezca el LMS. Este requisito está implícito en el caso de uso 1.
5. **Granularidad:** un usuario debe poder acceder a recursos particulares (e.g. ficheros concretos) en la herramienta con diferentes tipos de permisos (e.g. lectura ejecución). En el caso de uso 1, por ejemplo, un usuario sólo tiene acceso a su propia instancia del

cuestionario y no a la de otros usuarios.

6. **Simplicidad:** la solución debe ser simple y escalable, y no involucrar a más actores que el LMS, la herramienta y el usuario.
7. **Reconfiguración Dinámica:** el LMS debe poder modificar las características de una autorización en curso. En el caso de uso 2, por ejemplo, el LMS puede desear conceder acceso al usuario a una parte opcional del cuestionario en tiempo de ejecución.
8. **Expiración:** las autorizaciones deben tener un periodo de validez. Así, en nuestro ejemplo la sesión con la herramienta de evaluación debe terminar al cabo de una hora.
9. **Percepción:** el LMS debe poder monitorizar las actividades de cada usuario de la herramienta. En efecto, como se indica en el caso de uso 2, el LMS puede tomar decisiones según la información que recibe de las herramientas.
10. **Pseudonimidad:** dado que una herramienta no debe tener acceso a la identidad del usuario por el Requisito 3 (Privacidad), aquélla debe permitir distinguir a sus usuarios con el fin de diferenciar sus actividades.
11. **Confidencialidad:** los datos sensibles enviados entre las entidades deben ser mantenidos como confidenciales ante ataques de escucha. Por ejemplo, la información con la que el LMS concede acceso a la herramienta de evaluación en el caso de uso 2 debe ser confidencial, pues un atacante podría interceptarla y reutilizarla para obtener acceso ilimitado a la herramienta.
12. **Integridad:** debe ser posible detectar modificaciones ilícitas enviadas entre el usuario, el LMS y la herramienta. Es importante, por ejemplo, que el tiempo de acceso a la herramienta de evaluación no pueda ser cambiado ilícitamente.
13. **Autenticidad:** el mecanismo de autorizaciones delegadas debe detectar si alguna de las entidades ha sido suplantada. Esto es importante en actividades educativas como el cuestionario de nuestro ejemplo.
14. **Autorizaciones de Uso Único:** el usuario no puede reutilizar autorizaciones ya expiradas para intentar acceder de nuevo al recurso protegido. En nuestro ejemplo el usuario no debe poder reintentar el examen usando la autorización que originalmente le fue concedida.

III. TRABAJOS RELACIONADOS

Desde la aparición de la Web 2.0 muchos sitios Web pueden interoperar para alcanzar funcionalidades nuevas. Un ejemplo de esto es NetVibes [6], que permite recolectar información de otros sitios de Internet en los que el usuario tiene cuenta (e.g. Gmail, Yahoo! Mail) para mostrarla toda junta. No obstante, estos sitios exhiben un importante problema de privacidad. NetVibes, por ejemplo, puede solicitar al usuario la contraseña de su cuenta de e-mail. Desde

ese momento juega un importante lugar la confianza que tiene el usuario en que NetVibes no haga un uso ilícito de la contraseña (e.g. leer correos privados, enviar correos suplantando al usuario, cambiar la contraseña).

El caso de NetVibes es bastante frecuente. En vista de este escenario han aparecido algunas soluciones de single sign-on, de forma que un usuario pueda acceder a varios sistemas software autenticándose una única vez. Entre los beneficios del single sign-on destacan la reducción del tiempo necesario para reintroducir las contraseñas por parte del mismo usuario, y la reducción del esfuerzo necesario para recordar múltiples contraseñas, conocido como *password stress*.

En nuestro contexto los usuarios son estudiantes y profesores, y los sistemas que requieren autenticación son el LMS y las herramientas Web. El single sign-on es útil en este escenario, pues los usuarios ya se han autenticado ante el LMS y (desde su punto de vista) autenticaciones adicionales ante cada herramienta no deberían ser necesarias.

Entre las diferentes formas de conseguir single sign-on hemos escogido tres que son bastante relevantes para nuestros propósitos: OAuth [7], Delegation Permits [8] y Shibboleth [9]. Estas tecnologías han sido propuestas para conceder autorizaciones delegadas en escenarios single sign-on involucrando aplicaciones Web de propósito general. Tecnologías emergentes como OpenID intentan dar solución al problema de autenticaciones delegadas, y por tanto caen fuera del ámbito del presente artículo. Nuestro problema a tratar son las autorizaciones delegadas.

A. OAuth

Mediante OAuth [7] un usuario puede conceder tickets a una aplicación Web para acceder a recursos protegidos alojados en otra ubicación, sin tener que confiarle ningún conjunto de credenciales. Estos recursos protegidos pueden ser datos (e.g. imágenes, documentos), acciones (e.g. crear un nuevo hilo en un foro, enviar un e-mail) o, en general, cualquier URL con restricciones de acceso.

En la página oficial de OAuth puede encontrarse mucha información sobre el protocolo, por lo que aquí únicamente haremos un breve resumen. Su funcionamiento, ilustrado en la Fig. 2, tiene lugar en una arquitectura compuesta de tres actores principales:

- **Service Provider:** aplicación Web que permite el acceso a recursos protegidos vía OAuth.
- **User:** persona con cuenta de trabajo en el Service Provider.
- **Consumer:** aplicación que emplea OAuth para acceder al Service Provider en nombre del User.

El funcionamiento interno de OAuth está basado en el uso de tickets de un solo uso, o “tokens” empleando la terminología de OAuth. Para que estas tokens sean válidas para acceder al recurso deben ser previamente autorizados por el User. OAuth diferencia dos tipos de tokens. Las Access

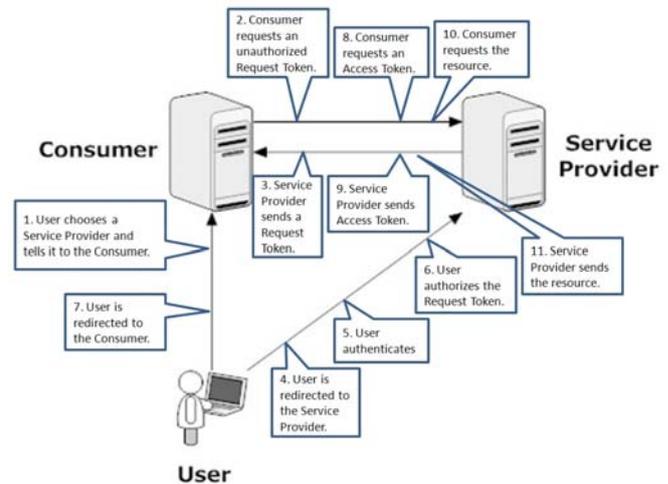


Fig. 2. Intercambio de mensajes en OAuth.

Tokens permiten a su poseedor acceder al recurso protegido. Las Request Tokens, por su parte, permiten a su poseedor obtener una Access Token.

Una peculiaridad de OAuth es su aproximación “todo o nada”. OAuth puede ser usado para conceder acceso sin restricciones a todos los recursos alojados en el Service Provider. Éste último puede restringir los privilegios de acceso del Consumer por iniciativa propia (e.g. permitiendo acceso de sólo lectura a determinados recursos), pero ya no es parte del propio OAuth.

B. Delegation Permits

Delegation Permits [8] (en adelante DP) trata con el problema de conceder autorizaciones a mashups para acceder a recursos protegidos, aunque su funcionamiento puede ser generalizado a otro tipo de sistemas. Básicamente, DP funciona sobre la arquitectura mostrada en la Fig. 3, en la que se pueden apreciar cinco entidades:

- **Mashup:** aplicación que quiere acceder al Back-end Service.
- **User:** usuario del Mashup y del Back-end Service.
- **Back-end Service:** aplicación que aloja los datos a los que el Mashup quiere acceder.
- **Permit Grant Service:** aplicación que expide autorizaciones para acceder al Back-end Service.
- **Permit Handler Service:** aplicación ejecutándose en el Mashup, responsable de la gestión de autorizaciones una vez son recibidas del Permit Grant Service.

La principal diferencia arquitectural con OAuth reside en que en DP hay más entidades involucradas: el Permit Handler Service y el Permit Grant Service. Mientras que el Permit Handler Service sólo proporciona una optimización del rendimiento del protocolo mediante el uso de cookies (y por tanto es una entidad prescindible), en el Permit Grant Service

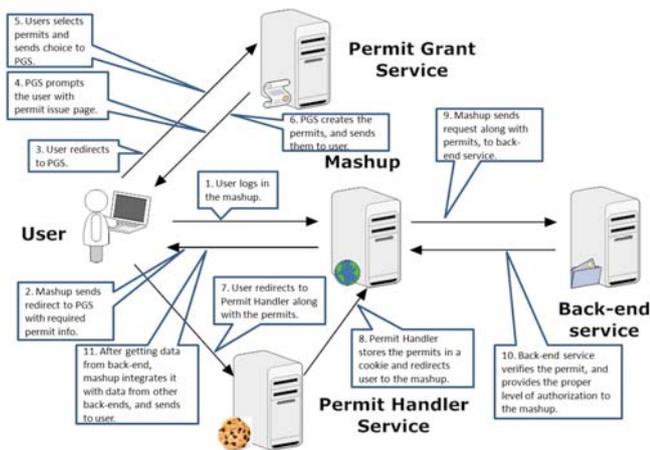


Fig. 3. Intercambio de mensajes en Delegation Permits (figura adaptada de [8]).

reside el núcleo de funcionalidad del protocolo. Proporciona un entorno centralizado donde el User puede conceder o denegar la autorización al Mashup. Así, el Permit Grant Service es un punto único de fallo, y que además puede suponer un potencial cuello de botella.

C. Shibboleth

La función principal de Shibboleth [9] es soportar el acceso transparente a recursos en múltiples sitios Web entre los que existe una relación de confianza conocida como federación. El funcionamiento de Shibboleth está basado en SAML 2.0, un dialecto de XML para intercambiar información de seguridad entre dominios federados. La información es codificada como parejas clave-valor conocidas como atributos (e.g. “branch-telematics”).

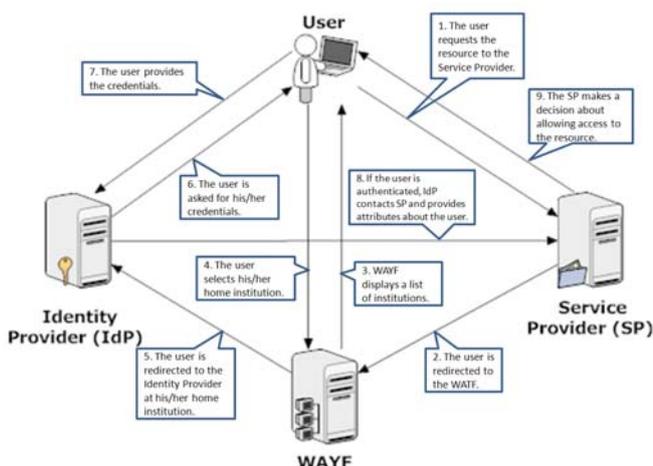


Fig. 4. Intercambio de mensajes en Shibboleth.

Shibboleth opera en una arquitectura compuesta por cuatro actores (ver Fig. 4):

- **Identity Provider:** proceso ejecutándose en la institución principal del User, responsable de autenticarlo ante toda la federación.

- **Service Provider:** institución de la federación que almacena el recurso protegido al que el User quiere acceder.
- **User:** persona con cuenta de usuario en el Identity Provider que quiere acceder al recurso protegido alojado en el Service Provider.
- **WAYF (Where Are You From):** servicio centralizado de la federación que permite al User elegir su institución principal.

Cuando el User quiere acceder al recurso protegido navega a su URL usando su navegador. El Service Provider redirige al navegador al WAYF, donde el User puede escoger su organización principal. El navegador es enviado a la página de la organización principal, donde introduce sus credenciales. El Identity Provider envía al navegador de nuevo al Service Provider avisándole de si ha sido correctamente identificado.

El proceso es completo cuando el Service Provider solicita atributos adicionales sobre el User al Identity Provider. Estos atributos no involucran necesariamente la identidad del usuario, aunque también podría ser solicitada. El Service Provider usa estos atributos para decidir la política de acceso para el User.

Una carencia importante de Shibboleth es la del proceso complementario al single sign-on, conocido como single logout. Actualmente no sólo no está soportado por Shibboleth, sino que sus requisitos ni siquiera están claros. La ausencia de single log-out tiene la importante consecuencia de que no es fácil saber si el User todavía está logueado en la federación, o si su sesión ha terminado.

D. Análisis Comparativo

Aunque está claro por las secciones precedentes que las tecnologías anteriores tratan con el problema de la concesión de autorizaciones para acceder a sistemas de terceros, su ámbito es ligeramente diferente del nuestro. La Tabla I muestra una comparación de estas tecnologías según nuestros requisitos.

De acuerdo con esta tabla es importante darse cuenta de las siguientes cuestiones:

- La ausencia de single log-out en Shibboleth implica que no es fácil saber si el usuario está todavía accediendo a la federación o no, y por ello debe autenticarse de nuevo cada vez que quiera acceder a un recurso protegido. En consecuencia Shibboleth no satisface el Requisito 2 (Transparencia de Acceso). OAuth y DP satisfacen el requisito pues no requieren procesos de autenticación adicionales.
- Los atributos concretos que son enviados en Shibboleth no están limitados por la especificación sino que son negociados por la federación. Así, es posible que los atributos enviados se refiriesen a datos personales de los usuarios. Así, el cumplimiento del Requisito 3 (Privacidad) no está garantizado. OAuth y DP, por su parte, no necesitan información sensible para operar y por tanto cumplen el requisito.

- El aspecto más importante es que las diferencias entre nuestra arquitectura (Sección II-A) y aquellas asumidas en OAuth y DP descartan automáticamente el uso directo de estas tecnologías. En efecto, en estas tecnologías una persona autoriza a un servicio para acceder a otro servicio. En nuestro caso, sin embargo, queremos que un servicio autorice a una persona para acceder a otro servicio. Este hecho tiene la importante implicación de que tanto en OAuth como en Delegation Permits la persona no tiene libertad para escoger la herramienta Web. Así, OAuth y DP incumplen el Requisito 4 (Elegibilidad).

Por su parte Shibboleth encaja mejor en nuestro modelo, pues ha sido pensado para permitir a una persona acceder a recursos de una federación. Por ello Shibboleth, a diferencia de OAuth y DP, cumple el requisito.

- OAuth no proporciona medios para acceder a recursos protegidos específicos, sino que en su lugar sigue una aproximación “todo o nada” por la cual un Consumer puede obtener acceso a todos los recursos alojados en el Service Provider. Aunque esta aproximación puede ser interesante en algunos escenarios, en el nuestro necesitamos que los usuarios puedan acceder a recursos específicos. Por otro lado DP y Shibboleth sí consideran el acceso a recursos específicos con permisos específicos. Es por ello que cumplen el Requisito 5 (Granularidad) pero no así OAuth.
- DP no cumple el Requisito 6 (Simplicidad) pues involucra a cinco entidades en lugar de sólo al usuario, el LMS y la herramienta. Además, el Permit Grant Service es un servicio complejo que alberga el núcleo de funcionalidad de DP y que por tanto supone un cuello de botella potencial y un punto único de fallo. De forma similar, el correcto de una federación en Shibboleth depende de un único servicio WAYF. Por el contrario, OAuth se basa en una arquitectura muy simple que sólo involucra a estas tres entidades, y cuya carga computacional está bien equilibrada entre todas ellas.
- El Requisito 7 (Reconfiguración Dinámica) no está soportado por ninguno de los protocolos bajo estudio. La razón es que no han sido diseñados para escenarios en que las autorizaciones están sujetas a planificaciones susceptibles de cambio, que es el caso en entornos de e-Learning. Shibboleth es el que proporciona mayor nivel de versatilidad al configurar las autorizaciones; no obstante el proceso de configuración únicamente tiene lugar al principio cuando la autorización está siendo negociada, sin posibilidad de cambiar las propiedades de una autorización en curso.
- DP incluye como parámetro el instante de expiración de la autorización. De forma similar, el tiempo de expiración puede ser enviado como atributo en Shibboleth. No obstante, en el caso de OAuth el tiempo

TABLA I
COMPARACIÓN ENTRE OAUTH, DP Y SHIBBOLETH

	OAuth	DP	Shibboleth
R1	✓	✓	✓
R2	✓	✓	✗
R3	✓	✓	✗
R4	✗	✗	✓
R5	✗	✓	✓
R6	✓	✗	✗
R7	✗	✗	✗
R8	✗	✓	✓
R9	✗	✗	✗
R10	✗	✗	✓
R11	✗	✗	✓
R12	✓	✗	✓
R13	✓	✗	✓
R14	✓	✓	✓

de expiración es impuesto unilateralmente por el Service Provider y no puede ser establecido o controlado por el User. Por tanto, DP y Shibboleth satisfacen el Requisito 8 (Expiración) pero no así OAuth.

- Dado que OAuth y DP están basados en un modelo de negocio diferente, la provisión de feedback desde la herramienta Web al LMS ni siquiera ha sido considerada. Por su parte Shibboleth, aunque plantea un modelo semejante, no considera ninguna comunicación entre el Identity Provider y los Service Provider tras la fase inicial de negociación, lo que excluye cualquier posibilidad de enviar feedback. Consecuentemente OAuth, DP y Shibboleth incumplen el Requisito 9 (Percepción).
- Ni OAuth ni DP posibilitan que la herramienta pueda identificar anónimamente a los estudiantes. Por tanto, no cumplen el Requisito 10 (Pseudonimidad). Shibboleth, por su parte, puede soportar pseudónimos si son enviados como atributos, supuesto que han sido acordados por la federación como atributos aceptados.
- Finalmente, a diferencia de OAuth que proporciona mecanismos para verificar la integridad de los mensajes y la autenticidad de los actores involucrados (Requisitos 12 y 13), DP no tiene en cuenta estos aspectos. En cualquier caso, ninguno de los dos protocolos proporciona confidencialidad (Requisito 11). Respecto a Shibboleth, satisface los Requisitos 11, 12 y 13. No obstante lo hace mediante el uso de SSL, y por tanto una comparación justa con OAuth y DP no es posible.

Vemos que estas tecnologías exhiben algunas características deseables, pero que han sido diseñadas para escenarios diferentes y por tanto no satisfacen todos nuestros requisitos. La posibilidad más factible es realizar un rediseño de alguna de estas tecnologías para aprovecharse de sus ventajas actuales pero solventando sus limitaciones.

Para ello tomamos OAuth como punto de partida por su carácter abierto y la fuerte comunidad de desarrollo tras él, y

por su simplicidad arquitectural. El resultado es una variante de OAuth que hemos dado en llamar Reverse OAuth, pues es el usuario (Consumer) quien indica al LMS (User) qué herramienta usar, al contrario de lo que ocurre en la versión normal de OAuth. El resto de este artículo proporciona una descripción en profundidad de Reverse OAuth.

IV. UNA SOLUCIÓN SINGLE SIGN-ON PARA SISTEMAS DE E-LEARNING. REVERSE OAUTH

Con Reverse OAuth solventamos las carencias mencionadas en la Sección III-D. Este protocolo está fuertemente basado en OAuth, pero incluyendo algunas características de DP y Shibboleth. En esta sección describimos el funcionamiento del protocolo.

A. Descripción General

Con Reverse OAuth solventamos las carencias mencionadas en la Sección III-D. Este protocolo está fuertemente basado en OAuth, pero incluyendo algunas características de DP y Shibboleth. En esta sección describimos el funcionamiento del protocolo.

Emplearemos la misma terminología de OAuth para enfatizar las similitudes de ambos protocolos. Así, tenemos:

- **Service Provider:** aplicación Web que aloja aquellos recursos protegidos que son accedidos vía Reverse OAuth. En nuestro escenario, el rol de Service Provider es desempeñado por las herramientas Web.
- **User:** aplicación con cuenta en el Service Provider. En nuestro caso es el LMS quien desempeña este papel, teniendo cuentas en todas aquellas herramientas Web que ofrezca a sus usuarios.
- **Consumer:** persona que usa Reverse OAuth para acceder al Service Provider en nombre del User, típicamente un usuario del LMS.

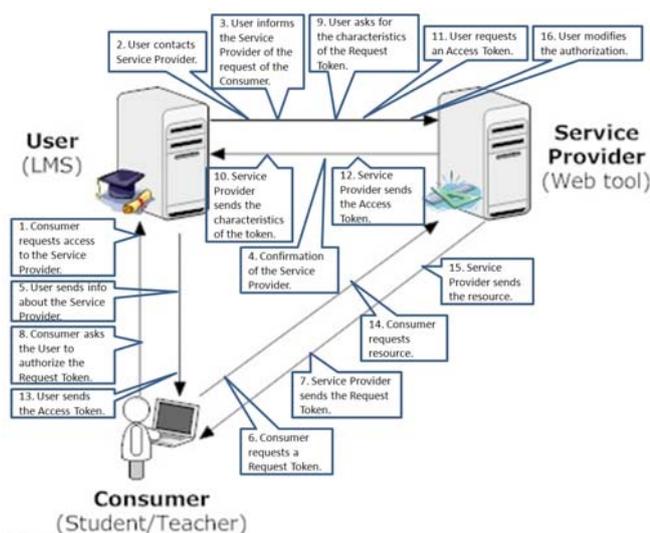


Fig. 5. Intercambio de mensajes en Reverse OAuth.

La Fig. 5 describe la interacción que tiene lugar entre estas

tres entidades cuando el Consumer quiere acceder a un recurso protegido alojado en el Service Provider. La secuencia de mensajes que estas entidades se envían es como sigue:

1. Primeramente, el Consumer solicita al User acceder a un recurso protegido alojado en el Service Provider.
2. El User contacta con el Service Provider y se autentifica.
3. El User informa al Service Provider de que el Consumer va a solicitar una Request Token. Con este mensaje el Service Provider puede asociar a un Consumer con el User que concede la autorización.
4. El Service Provider envía una confirmación.
5. El User envía al Consumer información relativa al Service Provider y el recurso deseado. Se incluye la URL en la que el Consumer debe realizar la solicitud, la URL del recurso, las modalidades de acceso (e.g. lectura, escritura, ejecución), la fecha de expiración de la autorización, y una cadena alfanumérica con la que el Service Provider identifica al Consumer.
6. El Consumer contacta con el Service Provider y solicita una Request Token. El mensaje incluye aquellos parámetros que el User envió al Consumer en el paso previo.
7. El Service Provider envía la Request Token al Consumer.
8. El Consumer pide al User que autorice la Request Token y que la cambie por una Access Token.
9. El User pregunta al Service Provider por las características de la Request Token. De esta forma el User pueda comprobar si las características de la Request Token que el Consumer solicitó en el paso 6 son las mismas que las de el paso 5. Si no se llevase a cabo esta comprobación sería posible que el Consumer alterase ilícitamente las características de la Request Token.
10. El Service Provider envía al User las características de la Request Token. El User lleva a cabo la comprobación descrita en el paso anterior. En caso de que no fuese satisfactoria el protocolo se detiene, lo que implícitamente deniega al Consumer el acceso al recurso protegido.
11. El User solicita una Access Token al Service Provider.
12. El Service Provider envía una Access Token al User.
13. El User envía la Access Token al Consumer.
14. El Consumer presenta la Access Token al Service Provider.
15. El Service Provider comprueba la validez de la Access Token. Si es válida, envía el recurso.
16. Si fuese necesario, el User modifica las características de la autorización que ha sido concedida al Consumer.

Todos los mensajes que intervienen en Reverse OAuth son mensajes HTTP, cuyos parámetros están codificados en las cabeceras y son enviados utilizando POST. El lector interesado puede encontrar una descripción del contenido de los mensajes en [1].

B. Cumplimiento de los Requisitos con Reverse OAuth

Las peculiaridades de Reverse OAuth hacen que tenga un mejor comportamiento ante nuestros requisitos, ver Tabla II. No obstante, todas ellas surgen del hecho de que en Reverse OAuth el Consumer es una persona y el User un sistema software. A partir de ésta se siguen el resto de diferencias:

- En Reverse OAuth el Service Provider es escogido por el Consumer (el alumno/profesor) y no por el User (el LMS). El Consumer tiene la posibilidad de elegir el Service Provider según sus necesidades. En otras palabras, Reverse OAuth cumple el Requisito 4 (Elegibilidad).
- Reverse OAuth permite especificar el recurso concreto al que se pretende dar acceso al usuario (ver [1]). Por tanto, se cumple el Requisito 5 (Granularidad).
- El diseño arquitectural de Reverse OAuth mantiene la simplicidad de OAuth, involucrando sólo tres actores. Consecuentemente, Reverse OAuth cumple el Requisito 6 (Simplicidad).
- En Reverse OAuth el User puede modificar las características de la sesión del Consumer en el Service Provider en tiempo de ejecución (paso 16 del protocolo) para adaptarla a las necesidades actuales. Por tanto, cumple el Requisito 7 (Reconfiguración Dinámica).
- Reverse OAuth, como DP, permite especificar el periodo de validez de una autorización (ver [1]). Por tanto, se cumple el Requisito 8 (Expiración).
- Reverse OAuth incluye información en sus mensajes (ver [1]) que pueden ser usados por el User para monitorizar las actividades del Consumer en el Service Provider. Esto implica el cumplimiento del Requisito 9 (Percepción).
- En el paso 3 el alumno/profesor se identifica ante la herramienta mediante un pseudónimo (ver [1]). Este pseudónimo es usado durante el resto del protocolo en lugar de su verdadera identidad. Por tanto, Reverse OAuth cumple el Requisito 10 (Pseudonimidad).
- El uso de firmas en los mensajes de Reverse OAuth (ver [1]) permite detectar tanto modificaciones en los mensajes como suplantación de los actores involucrados en el protocolo. En otras palabras, se cumplen los Requisitos 12 y 13.
- Una vez la autorización ha expirado (o el User la ha revocado) las correspondientes Request Token y Access Token dejan de ser válidas, lo que asegura que las autorizaciones son de un solo uso. Así, Reverse OAuth cumple el Requisito 14 (Autorizaciones de Uso Único).

Hay que mencionar que Reverse OAuth no incorpora mecanismos para asegurar la confidencialidad de los mensajes intercambiados (incumplimiento del Requisito 11). La razón

TABLA II
REQUISITOS SATISFECHOS POR REVERSE OAUTH

	OAuth	DP	Shibboleth	R. OAuth
R1	✓	✓	✓	✓
R2	✓	✓	✗	✓
R3	✓	✓	✗	✓
R4	✗	✗	✓	✓
R5	✗	✓	✓	✓
R6	✓	✗	✗	✓
R7	✗	✗	✗	✓
R8	✗	✓	✓	✓
R9	✗	✗	✗	✓
R10	✗	✗	✓	✓
R11	✗	✗	✓	✗
R12	✓	✗	✓	✓
R13	✓	✗	✓	✓
R14	✓	✓	✓	✓

es que la provisión de confidencialidad requeriría una arquitectura compleja para la distribución de claves y certificados, lo que incrementaría sustancialmente la complejidad del protocolo. Por tanto, hemos decidido considerar un protocolo agnóstico respecto a tecnologías de confidencialidad. No obstante, Reverse OAuth puede ser usado en combinación con otras tecnologías como TLS si fuese necesario.

V. PRUEBA DE CONCEPTO

Para demostrar la viabilidad de nuestra aproximación hemos desarrollado un prototipo en nuestra red corporativa consistente en una aplicación Web ya existente llamada SimulNet [10], usada en la Universidad de Vigo en la asignatura Fundamentos de Ordenadores 1. SimulNet proporciona un entorno de laboratorio virtual en el que los estudiantes pueden poner en práctica sus conocimientos teóricos sobre programación de bajo nivel.

Hemos adaptado SimulNet para soportar un mecanismo básico de autenticación basado en login–password que permite acceso a la totalidad de funcionalidades de la herramienta. Las credenciales son enviadas como texto en claro. Asimismo hemos creado una cuenta de trabajo en SimulNet, que fue asignada al LMS.

Como LMS desplegamos una instancia de Moodle en una subred diferente a la de SimulNet. Cuando un usuario dirige su navegador a la URL en la que se encuentra Moodle, se le muestra una página Web en la que se le pide que se autentifique. Tras esta fase de autenticación, el usuario accede a la página principal del curso. Hemos creado una materia llamada “Computer Architecture”, y una tarea en esta asignatura llamada “Practice 1”. Cuando el usuario va a la página de la práctica se le proporciona un hiperenlace a SimulNet. En el momento en que el estudiante hace click en el enlace comienza el proceso descrito en la Sección IV. El resultado se muestra en la Fig. 6.

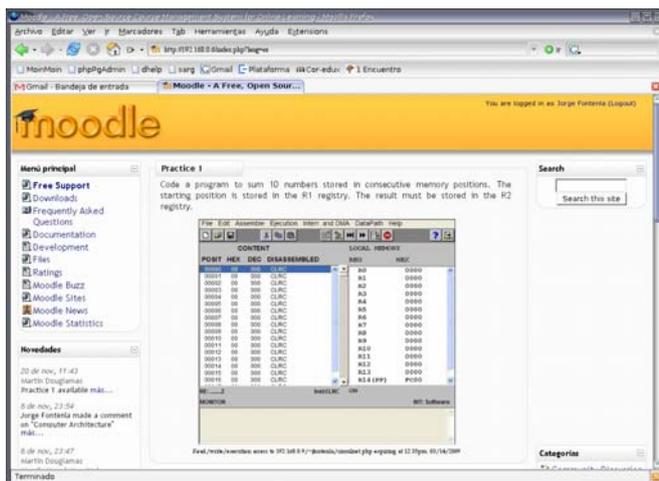


Fig. 6. Acceso a SimulNet vía Reverse OAuth.

La usabilidad del diseño ha sido evaluada por algunos miembros del personal de la Universidad de Vigo, vinculados al campo del diseño software y al e-Learning. Todos ellos encontraron el prototipo usable y apropiado.

VI. CONCLUSIONES

Los LMSs actuales están jugando un papel importante en la enseñanza, al dar acceso a recursos educativos evitando barreras espaciales y temporales. No obstante, sus posibilidades están limitadas por su creciente complejidad y el problema “una talla no sirve a todos”. Estas limitaciones sugieren separar a los propios LMS de las herramientas educativas. Esta aproximación no sólo implica el diseño de nuevos sistemas de e-Learning, sino un modelo de negocio completamente nuevo en el que el desarrollo de los LMSs y de las herramientas educativas siguen cursos separados (pero complementarios). La necesidad de single sign-on en este escenario ha sido nuestro punto de partida. Reverse OAuth proporciona una solución a este problema por medio de un mecanismo de autorizaciones delegadas.

Uno de los objetivos de nuestro trabajo ha sido el desarrollo de un protocolo liviano, abierto e interoperable. Reverse OAuth es agnóstico respecto a lenguajes de programación pues está basado en un protocolo “neutral” como es HTTP. Por tanto, nuestra implementación de Reverse OAuth en Moodle puede ser fácilmente portada a otros LMSs.

Reverse OAuth no es exclusivo del campo del e-Learning. Son concebibles otros escenarios en los que la concesión de autorizaciones delegadas es una técnica útil, pero Reverse OAuth ha sido diseñado con requisitos específicos del e-Learning en mente. No obstante, es un protocolo abierto y que puede ser modificado a conveniencia. El propio Reverse OAuth es un ejemplo de adaptación de un protocolo previo (OAuth) a un campo con requisitos específicos.

Creemos que Reverse OAuth es un modelo útil para conseguir single sign-on en sistemas de e-Learning y que, dada la proliferación de los LMSs esperamos su progresiva adopción por la comunidad investigadora.

AGRADECIMIENTOS

Submission Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia bajo la subvención TIN2007-68125-C02-02, y por la Consellería de Innovación e Industria bajo la subvención PGDIT06PXIB32 2270PR.

REFERENCIAS

- [1] J. Fontenla, M. Caeiro, M. Llamas, L. Anido, “Reverse OAuth – A solution to achieve delegated authorizations in single sign-on environments”, *Computers and Security*, vol 28 issue 8 pages 843-856. Coverdate November, 2009.
- [2] Sitio Web de Moodle. Accedido en Marzo, 2010 en <http://moodle.org>
- [3] Sitio Web de Blackboard. Accedido en Marzo, 2010 en <http://www.blackboard.com/us/index.bbb>
- [4] T. Klobucar, “Requirements collection and analysis with focus on privacy and security issues”, *Prolearn: European Commission Sixth Framework Project (IST-507310)*. Accedido en Marzo, 2010 en <http://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=5906025&objAction=browse>.
- [5] Especificación IMS Tools Interoperability. Accedido en Marzo, 2010 en <http://www.imsglobal.org/ti/index.html>
- [6] Sitio Web de NetVibes. Accedido en Marzo de 2010 en <http://www.netvibes.com>
- [7] Especificación OAuth. Accedido en Marzo de 2010 en <http://oauth.net/core/1.0/>
- [8] R. Hasan, R. Conlan, B. Slesinsky, N. Ramani, M. Winslett, “Please Permit Me: Stateless Delegated Authorization in Mashups”, *Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC) 2008*.
- [9] Sitio Web de Shibboleth. Accedido en Marzo, 2010 en <http://shibboleth.internet2.edu/>
- [10] L. Anido, M. Llamas, M. Caeiro, J. Santos, J. Rodríguez, M.J. Fernández, “An update to the SimulNet educational platform. Towards standards-driven e-learning”, *IEEE Transactions on Education*, vol.44, no. 2, 2001.



Jorge Fontenla (S’2008) es Ingeniero de Telecomunicación en la especialidad de Ingeniería Telemática por la Universidad de Vigo desde 2006. Actualmente es profesor ayudante en el Departamento de Ingeniería Telemática y realiza su tesis doctoral sobre extensibilidad de sistemas de e-Learning.



Manuel Caeiro (M’2007) es Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Vigo desde 2007. Actualmente es profesor ayudante en el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo. Ha recibido numerosos premios por parte del W3C y el capítulo español de la sociedad de educación del IEEE.



Martín Llamas (M’1992, SM’2006) es Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid desde 1994. Desde 1994 a 1997 fue vicedecano de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Desde 1999 a 2003 ha dirigido el área de las tecnologías de la información y comunicaciones de la Universidad de Vigo. Es miembro de la ACM, el IEEE y el IFIP WG3.6 (Educación a Distancia). Ha recibido numerosos premios del W3C y el IEEE.

Capítulo 10

Utilizando Simulação Computacional como Estratégia de Ensino: Estudo de Caso

João Artur de Souza, Gertrudes Aparecida Dandolini

Title— Computer Simulation as a Teaching Strategy: a Case Study.

Abstract— This article describes a teaching strategy based on the use of computer simulation. The strategy comprises the use of the mathematical software (such as MATLAB or Scilab ®) to perform simulations of engineering problems. For the experiment described in this article, the students chose to study the problem of quality in the production of red ceramic. As a basis for the experiment, the students, were instructed to study fuzzy sets, expert systems and computer programming logic in order to develop simulations using the mentioned software. The first results show that the teaching strategy may actually provide a meaningful learning of the concepts related to both production quality and computer simulation.

Keywords— Computer simulation, Meaningful learning, Case-based teaching

Resumo— Este artigo descreve uma estratégia de ensino aprendizagem utilizando simulação computacional. A proposta baseia-se na utilização de software de matemática (como SCILAB ou MATLAB®) para realizar simulações de problemas de Engenharia. Para o caso descrito neste artigo, os alunos optaram por estudar o problema da qualidade na produção de cerâmica vermelha. Para isso, foram orientados a estudarem a teoria dos conjuntos difusos, sistemas especialistas e lógica de programação a fim de desenvolverem simulações através do software. Os primeiros resultados evidenciam que a estratégia pode de fato proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos no processo.

Palavras Chave— Aprendizagem significativa, Simulação computacional, Aprendizagem baseada em casos.

Este trabalho foi apresentado originalmente no XIII Ciclo de palestras em Novas Tecnologias Educacionais em 2009.

João Artur de Souza é membro do departamento de Engenharia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (fone: 55 48 3721-7015; e-mail: jartur@egc.ufsc.br).

Gertrudes Aparecida Dandolini é membro do departamento de Engenharia do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina (e-mail: gtude@egc.ufsc.br).

I. INTRODUÇÃO

Segundo Moran [1] os protestos de escolas e universidades “é de que os alunos não agüentam mais nossa forma de dar aula. Os alunos reclamam do tédio de ficar ouvindo um professor falando por horas,...”. Isto significa que algo está errado e precisa ser mudado. As mudanças necessárias conduzem a um repensar os papéis dos envolvidos e os métodos utilizados no processo ensino-aprendizagem.

A sociedade vive momentos de grandes transformações. Passa-se da sociedade industrial para a sociedade da informação (ou do conhecimento) onde as fontes fundamentais de riqueza são o conhecimento e a comunicação [2]. Desta forma, é necessário ministrar aulas e elaborar currículos capazes de preparar os alunos para essa nova sociedade. O mercado de trabalho busca profissionais críticos e criativos, que possuam conhecimento e que tenham consciência dele. Ou seja, devem ter clareza sobre o conhecimento que dominam. Saber o que sabem.

Nesta direção, a introdução de modelos de ensino-aprendizagem flexíveis, adaptáveis ao perfil e estilo de aprendizagem dos alunos, vem contribuindo enormemente para uma aprendizagem significativa [3], no sentido de prover argumentos que evidenciem ao aluno o papel importante do domínio do conteúdo (conhecimento) e o saber-fazer na sua formação, por exemplo. A utilização de ideias novas que possam se transformar em modelos pedagógicos é hoje um desafio para as Instituições de Ensino Superior.

Tem-se tornado evidente que as Instituições de Ensino, nas suas políticas e iniciativas de modernização do processo de ensino, devem adotar estratégias que apontem para o ensino a distância ou semipresencial, que permita aos alunos manterem um alto grau de envolvimento com o seu curso sem necessidade de se deslocarem frequentemente às instituições. Neste trabalho, ainda não se pretende focar nessa modalidade de ensino. Busca-se, nesta primeira etapa, verificar o envolvimento do aluno presencial numa nova estratégia de ensino. A importância desta primeira fase se justifica pelo alto índice de desinteresse dos alunos aos seus cursos (Censo da

Educação Superior 2007 divulgado pelo Ministério da Educação - MEC).

Uma estratégia adotada aqui na UFSC, no curso de Engenharia de Materiais, é a realização de vários estágios durante o desenvolvimento do curso. O curso é executado em quinze trimestres (cinco anos) e a partir do 5º trimestre iniciam os estágios. Os estágios são intercalados com trimestres de disciplinas. Assim, a partir do segundo ano de curso, o aluno fica um semestre na universidade cursando disciplinas e um trimestre na empresa. O que se observa, com esta estratégia, são alunos muito mais preocupados em experimentar as mais variadas situações durante as disciplinas. Os estágios dão diretrizes ao aluno e os motivam na busca da construção de um saber prático. Isso leva o professor a pesquisar sobre como proceder para mostrar a importância do conhecimento teórico que dá base para o saber fazer.

Nesta direção, neste trabalho foca-se na elaboração de aulas que levem os alunos ao desenvolvimento de situações que resultem na construção dos conceitos. O maior indicador da preocupação do curso é o reconhecimento da importância no aumento da qualidade do processo ensino-aprendizagem e no combate ao desinteresse acadêmico.

A seguir, apresenta-se a descrição da proposta deste artigo, dividida em três tópicos: aprendizagem significativa e simulação, modelo, e aplicação do modelo e resultados.

II. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SIMULAÇÃO

A teoria sobre aprendizagem significativa foi desenvolvida pelo psicólogo norte-americano David Ausubel. Segundo ele, a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante para a aprendizagem dessas ideias.

A aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue mesclar o conhecimento prévio ao conhecimento novo de forma que haja uma evolução no seu conhecimento. Moreira [3] afirma que na aprendizagem significativa “há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente, na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação, ele também se modifica, ou seja, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando; subsunçores vão interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a aprendizagem significativa. O processo é dinâmico; o conhecimento vai sendo construído”.

Segundo Pelizzari et al. [4] é necessário para que a aprendizagem significativa ocorra que: o aluno tenha disposição para aprender: se o indivíduo quiser memorizar o conteúdo arbitrária e literalmente, então a aprendizagem será mecânica; o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser

potencialmente significativo, ou seja, ele tem que ter lógica e psicologicamente significativo: o significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, e o significado psicológico é uma experiência que cada indivíduo tem. Cada aprendiz faz uma filtragem dos conteúdos que têm significado ou não para si próprio.

Neste sentido, buscou-se, através de simulações computacionais de problemas definidos pelos próprios alunos, criar as condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorresse.

As atividades de modelagem e simulação estão entre as formas mais criativas, benéficas e que geram interação de aplicações na Educação. A razão principal é que a construção e simulação de modelos têm muito a ver com o modo como o próprio conhecimento científico é testado e desenvolvido, através do ciclo: hipóteses, observação e planejamento, experimentação, e formação ou comprovações de leis e teorias [5]. Além disso, os sistemas computacionais fornecem meios de cálculo e representação que tornam possível o uso didático da simulação, sem necessidade de habilidades especiais em programação matemática. O computador agrega um elemento de realismo, que motiva de forma dinâmica o aluno, principalmente quando consegue desenvolver as simulações.

Existem muitas definições para simulação. Utilizou-se aqui a definição de Pedgen et al. [6] que afirmam que “simulação é processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com esse modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégia para a sua operação.”

III. MODELO

Os cursos de Engenharias devem preparar o aluno para o mercado de trabalho. Observa-se aqui a necessidade do aluno sair com experiências adversas para enfrentar os desafios que a realidade irá impor. Desta forma, deve-se prepará-lo para enfrentar esses desafios, tornando-o capaz de gerenciar e aplicar os conhecimentos adquiridos durante o curso. Assim, o estudo de situações práticas através de simulações é uma estratégia importante e vital. Lembrando que a simulação apresenta-se como uma forma de aprimorar a aprendizagem dos conceitos, de desenvolver novos conhecimentos e também como um meio de motivar os alunos.

A simulação como estratégia foi, a princípio, uma forma encontrada de fazer com que os alunos se envolvessem e se comprometessem mais com as disciplinas. Definiu-se, então, um modelo de ministração para a disciplina. Num primeiro momento, seria lançado o desafio aos alunos de buscarem problemas de interesse e que envolvesse de forma direta a formação deles. A partir desses problemas, seriam escolhidos aqueles que pudessem ser tratados com as técnicas que a disciplina se propunha a estudar. Definidos os problemas, o professor orientaria os alunos nos conteúdos que eles precisariam conhecer para resolver o problema e após serem capazes de modelar e fazer a simulação.

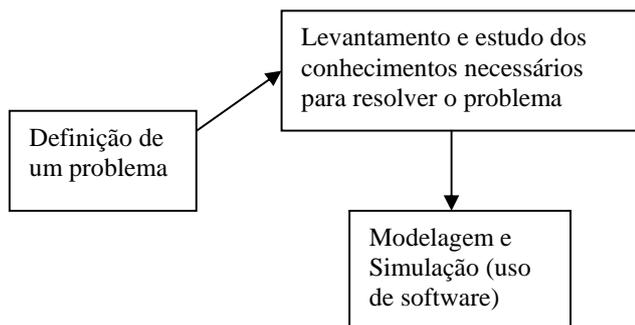


Fig. 1: Modelo da estratégia utilizada

O modelo (Fig. 1) se converte em estratégia a partir de uma divisão de competências aplicadas. O modelo é definido como um sistema de aprendizagem interativo suportado pelo ambiente apresentado pelo software de matemática que envolve uma estrutura integrada de recursos de apoio de simulação e o apoio didático pedagógico enfatizado nas estratégias conceituais. A modelagem e simulação podem ser usadas em uma grande variedade de contextos no processo ensino-aprendizagem.

Considerando a definição anterior, refere-se ao modelo através de três vetores essenciais:

Aprendizagem Interativa – Evidencia a forte interação do aluno com conteúdo abordado e com o professor. Esta é uma característica fundamental que enfatiza o interesse despertado com a orientação adequada para o alcance do proposto.

Ambiente de Simulação – O suporte através de tecnologia que integra um conjunto de serviços e ferramental para criação de condições para a realização de atividades pedagógicas. Provocando a familiarização do aluno com ferramentas que podem ser de utilidade ilimitada no decorrer do curso. Esses softwares, assim como muitos outros que existem, integram num único ambiente a simplicidade da ferramenta e a utilidade estratégica no interesse e entendimento conceitual.

Estratégia Pedagógica – Significa, basicamente, que todos os conteúdos e atividades pedagógicas são especificamente desenhados para o auto-estudo, a motivação, auto-aprendizagem sob orientação estratégica, fornecendo mecanismos de avaliação de progresso, de consolidação de conhecimentos e de auto-avaliação.

IV. APLICAÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

A estratégia da simulação foi aplicada na disciplina de Tecnologias Aplicadas à Engenharia que tem como objetivo proporcionar aos alunos conhecimentos para conceber, modelar, analisar e controlar processos e atividades, não apenas quanto ao essencial das potencialidades tecnológicas, mas também quanto às suas implicações organizacionais, táticas e estratégicas. Após concluir essa disciplina, o aluno deve dispor de conhecimentos de referência para aprimorar o sistema de informação, integrando conceitos com modelagem apropriada. A principal ferramenta utilizada na disciplina é algum software de matemática que usa linguagem interpretada

para simular os objetivos propostos. Os softwares utilizados são basicamente o SCILAB e o MATLAB®.

Para atingir os objetivos propostos, foram desenvolvidas estratégias que mostrassem as diferentes fases do processo. Com o objetivo de manter no aluno um alto grau de envolvimento no processo de ensino-aprendizagem, as atividades tiveram caráter flexível, interativo e participativo, garantindo sempre que os objetivos da disciplina fossem alcançados.

Os conteúdos foram desenhados para promover a pesquisa, tendo como referência os objetivos: avaliar a aceitação e o grau de satisfação dos alunos com esse novo método; inventariar outros recursos necessários para o desenvolvimento sistemático de ações; definir estratégias mais adequadas; aumentar o interesse do aluno no seu curso; valorizar mais o seu curso para a sua formação e estimular uma cultura de responsabilidade pelo processo de aprendizagem.

Uma preocupação com respeito ao aluno refere-se à sua capacidade de auto-estudo para preparar novas simulações. Entretanto, esta proposição não foi o objeto de estudo nessa primeira etapa, ficando como um tópico para estudos futuros. Para contornar esse possível problema, foi utilizado o estudo colaborativo. Como apoio às dúvidas eventuais, foi utilizado o ambiente virtual de aprendizagem Moodle¹.

O desenvolvimento do conteúdo seguiu as instruções das atividades. Foi definido um problema inicial, no caso, a qualidade na produção de cerâmica vermelha. Em seguida, após estudo do problema, foram planejadas as atividades intermediárias, que consistiam no estudo da teoria de conjuntos difusos (fuzzy), sistemas de regras e lógica de programação. A proposta da simulação como fonte motivadora e de aprendizagem levou o aluno ao centro do processo da aprendizagem. Iniciou então o estudo do software para, em seguida, desenvolver as simulações. Essa fase foi mais complexa, pois o conhecimento dos alunos sobre programação não era homogêneo. Para contornar essa dificuldade, foram elaboradas algumas atividades que consistiram na resolução de problemas mais conhecidos com auxílio do software. Desta forma, os alunos se sentiam motivados a resolver os problemas, e com isso aprendiam a manusear o software. Assim, os recursos potenciais do software foram apresentados e aprendidos pelos alunos.

O problema exemplo desenvolvido foi o descrito no artigo de Neto e Castanho [7] onde discutem a utilização de conjuntos difusos para modelar a avaliação da qualidade na produção da cerâmica vermelha. Os alunos fizeram a simulação no *toolboxFuzzy* do Matlab® e puderam experimentar o significado de cada característica discutida no artigo. Nesse artigo são analisados os fatores que influenciam a qualidade da cerâmica vermelha, tais como: matéria prima, condições ambientais, tempo de secagem e queima. Neto e Castanho também comentam e referenciam os estudos que

¹ O Moodle é um ambiente virtual de aprendizagem livre e mundialmente utilizado. Para maiores informações visite a página <http://moodle.org/>

mostram a influência de cada fator, e definem as regras difusas para proceder as simulações. Com esse problema exemplo tinha-se por objetivos, não só mostrar a necessidade do aprendizado da toolbox de difuso e entendimento da teoria de conjuntos difusos, mas também discutir e entender a influência de fatores na qualidade da cerâmica produzida. Na Fig. 2 mostra-se a tela do Matlab® com a simulação desenvolvida por um dos grupos dos alunos.

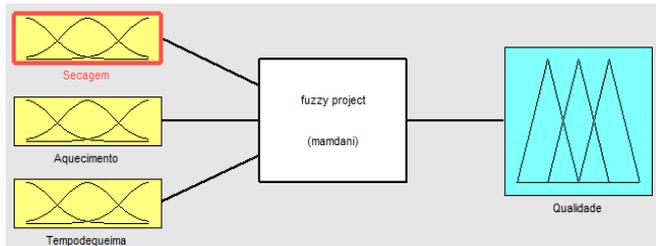


Fig. 2: Modelo desenvolvido no toolbox do Matlab® por um dos grupos de alunos.

Para apresentar este modelo, algumas regras tiveram de ser programadas. Na Fig. 3 ilustram-se algumas regras programadas.

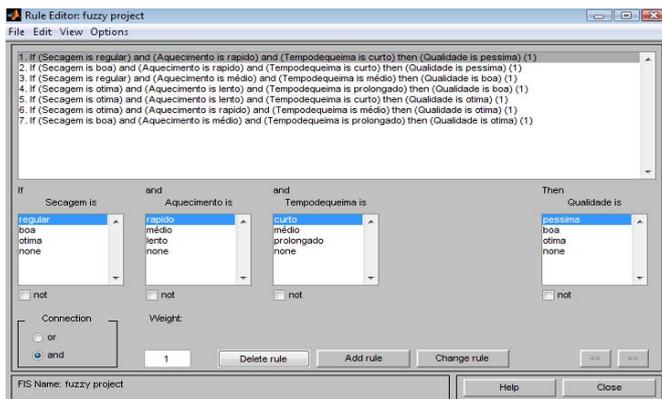


Fig. 3: Tela apresentada pelo Matlab® com as regras.

Algumas das regras implementadas são mostradas na Tabela 1.

TABELA 1
RELAÇÃO ENTRE OS FATORES

Secagem	Taxa de Aquecimento	Tempo de Queima	Qualidade
Regular	Rápido	Curto	Péssima
Boa	Rápido	Curto	Péssima
Regular	Médio	Médio	Boa
Ótima	Lento	Prolongado	Boa
Ótima	Lento	Curto	Ótima
Ótima	Rápido	Médio	Ótima
Boa	Médio	Prolongado	Ótima

Adaptado de [7].

Observe que este exemplo provocou o estudo não só de conjuntos difusos, como também, sistemas especialistas, formação de regras, assim como o entendimento de lógica. O uso do software Matlab® também ofereceu, durante o seu

estudo, muito entusiasmo aos alunos devido sua facilidade de aprendizado. Além disso, os alunos utilizaram nesta disciplina, conhecimentos de outras disciplinas do seu curso, que são relevantes na sua formação, no caso qualidade de cerâmica. Para fazer as simulações eles tiveram que explicitar, neste caso, através das regras, o conhecimento adquirido em outro momento de seu curso.

Durante o desenvolvimento das simulações, ficou claro o entendimento das teorias adjacentes, no caso, conjuntos difusos. Observe-se a construção das funções de pertinência e escala de valores na Fig. 4.

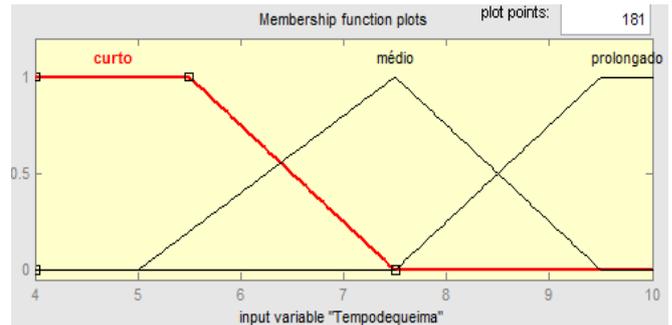


Fig. 4: Funções de pertinências para a variável tempo de queima. O tempo foi dividido em três estágios, segundo as orientações do problema, ficando: tempo curto; tempo médio e tempo prolongado. Para cada um, foi definida uma função de pertinência, trapezoidal, triangular e trapezoidal, respectivamente.

A qualidade da cerâmica foi modelada como “péssima”, “boa” e “ótima” e com as funções de pertinências triangulares, como podem ser observadas na Fig. 5.

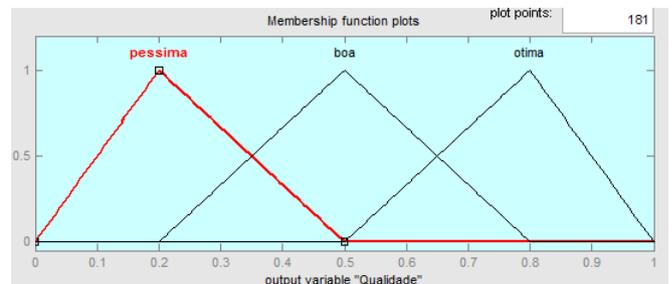


Fig. 5: Funções de pertinências para a variável qualidade.

Os alunos tiveram a oportunidade de experimentar e discutir como cada regra influenciava na qualidade final da cerâmica vermelha. O nível de envolvimento foi intenso, o que leva a avaliar esta estratégia como promissora nesse tipo de estudo.

Nessa disciplina, foram simulados outros problemas para abranger outros conteúdos do programa.

Os resultados da aplicação do modelo, nesse primeiro momento, superaram as expectativas. De fato, houve um grande envolvimento por parte dos alunos na disciplina, que, para alcançarem o objetivo de resolver e simular o problema proposto, pesquisaram e aprenderam mais conceitos do que os previstos no plano de ensino.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da simulação como estratégia de ensino-aprendizagem surtiu efeito desde o início, despertando nos alunos expectativas e interesses antes não observados na disciplina. Além disto, o resultado da aprendizagem mostrou-se evidente no momento em que os alunos conseguiram simular a resolução do problema proposto e discutiram os resultados obtidos. Porém, essa estratégia foi utilizada em apenas uma turma, e a análise dos resultados foi feita sem os rigores de uma pesquisa científica.

Como trabalho futuro, pretende-se realizar uma avaliação mais sistemática desse modelo de ensino para averiguar as suas reais potencialidades e limitações.

REFERÊNCIAS

- [1] J.M. Moran, “Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias”. In *Anais do 12º Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*, in ROMANOWSKI, Joana Paulin et al (Orgs). Conhecimento local e conhecimento universal: Diversidade, mídias e tecnologias na educação. vol 2, Curitiba, Champagnat, 2004, páginas 245-253.
- [2] T. A. Stewart, *Capital Intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas*. São Paulo: Editora Campus. 1998.
- [3] M. A. Moreira, “Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa” (Concept maps and meaningful learning). Adaptado e atualizado, em 1997, de um trabalho com o mesmo título publicado em O ENSINO, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, N° 23 a 28: 87-95, 1988. Publicado também em Cadernos do Aplicação, 11(2): 143-156, 1998. Revisado e publicado em espanhol, em 2005, na Revista Chilena de Educação Científica, 4(2): 38-44. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>>. Acesso em 12/03/2008.
- [4] A. Pelizzari, M.L. Kriegl, M.P. Baron, N.T.L. Finck, e S. I. Dorocinski, *Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo Ausubel*. Revista PEC, Curitiba.,v. 2, n. 1.37-42 p. 2001/2002.
- [5] C. Adao e J. Bernadino, “Blended-learning no Ensino de Engenharia: Um caso prático”. In *Conferência CHALLENGES 2003*, III Conferência Internacional sobre Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação e 5º SIE, Simpósio Internacional em Informática Educativa, Braga 17, 18 e 19 de Setembro de 2003.
- [6] C. D. Pegden, R. E. Shannon e R. P. Sadowski, *Introduction to simulation using SIMAN*. McGraw-Hill, NY. 2 ed., 1990.
- [7] A. C. C. Neto e M. J. P. Castanho, “Uso de um sistema baseado em regras fuzzy para avaliar a qualidade da cerâmica vermelha”. *Revista Eletrônica Laton Sensu*, 2008. ISSN: 1980-6116.



João Artur de Souza Graduação em Matemática (Licenciatura) pela Universidade Federal de Santa Catarina (1989), mestrado em Matemática e Computação Científica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1993), doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e pós-doutorado pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000). Trabalhou na Universidade Federal de Pelotas de 1993 à 2007 como professor na área de Matemática, atuando também em Educação a Distância. Na Universidade Federal de Pelotas foi coordenador do Curso de Matemática a Distância onde obteve grande experiência com ambiente virtual de aprendizagem, preparação de material didático, e objetos de aprendizagem. Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal de Santa Catarina do Departamento de Engenharia do Conhecimento. Na graduação tem trabalhado com disciplinas das áreas de Estatística, Inteligência Artificial e Lógica Matemática. Na pós-graduação tem colaborado com o Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC na área de métodos de pesquisa quantitativo, Inteligência para Inovação e Gestão das Tecnologias da Informação. Área de pesquisa: Educação a distância, Inteligência artificial (Redes neurais, Conjuntos difusos, Reconhecimento de padrões), Tecnologias Assistivas no ambiente Moodle, e Inteligência para inovação. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6695591100082194>



Gertrudes Aparecida Dandolini Graduação em Matemática (Licenciatura) pela Universidade Federal de Santa Catarina (1992), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1997), e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000). Foi professora da Universidade Federal de Pelotas entre 2003 e 2007, onde foi coordenadora do curso de Matemática e do curso de Matemática na modalidade a distância. Atualmente é Professora Associada da Universidade Federal de Santa Catarina do Departamento de Engenharia do Conhecimento e pesquisadora da Universidade Aberta do Brasil (UAB). Na graduação tem trabalhado com a disciplina de estatística e inteligência artificial. Na pós-graduação tem colaborado com o Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da UFSC na área de métodos de pesquisa e na área de Mídia. Área de pesquisa: Educação a distância, Inteligência artificial (Redes neurais, Conjuntos difusos, Reconhecimento de padrões), Tecnologias Assistivas, e Inteligência para inovação. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3098548295086867>

Capítulo 11

Herramientas Individualizadas para la formación en Seguridad de la Información: Simulador de Ataques y Sistema de Detección de Intrusiones

Heliodoro Menéndez, Gabriel Díaz Orueta, *Senior Member IEEE* y Manuel Castro Gil, *Fellow, IEEE*

Title—Individualized Tools for Information Security Learning: Attack Simulator and Intrusion Detection System.

Abstract— Public and private organizations expect that computing students, coming from higher education institutions, have the theoretical and practical knowledge related with information security incidents. However in the Spanish Universities it is almost impossible to find any information security subject with real practice tools to get these competences. Trying to fill some aspects of this kind of individualized learning process, based in real practices, for information security subjects, we present in this paper a didactical system, portable, with an easy and friendly interface. When installed, allows to simulate network attacks and detect them with an IDS specially designed from a pedagogical point of view.

Keywords— Computer networks security, site security monitoring, competence learning, individualized learning.

Abstract— Todo tipo de organizaciones públicas y privadas esperan que los estudiantes de carreras de Informática tengan conocimiento teórico y práctico relacionado con incidentes de seguridad informática. Sin embargo en las Universidades españolas es casi imposible encontrar materias de seguridad con herramientas reales de prácticas para conseguir estas competencias. Intentando cubrir parte de este proceso de formación individualizada, basado en prácticas reales, para temas de seguridad informática, se presenta en este trabajo un sistema didáctico, portable, con una interfaz fácil y amigable. Una vez instalado permite simular ataques en redes y detectarlos con un IDS diseñado especialmente desde un punto de vista pedagógico.

Este trabajo fue presentado originalmente al CONGRESO SIIE 2009

H. Menéndez, G. Díaz y M. Castro pertenecen al Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la UNED, C/Juan del Rosal nº 12, 28040, Madrid, España (email: heli@ml.flcnet.es, gdiaz@ieec.uned.es, mcastro@ieec.uned.es).

Keywords— Seguridad de redes, detección de intrusiones, formación de competencias, formación individualizada.

I. INTRODUCCIÓN

HOY en día cualquier organización mantiene una red por la que hay datos que viajan de unos equipos permanentemente. Esto es claramente una gran ventaja pero resulta ser también un gran problema debido a las dificultades de seguridad informática [1] que, además, parecen estar empeorando, haciéndose cada vez más complejas. Nos enfrentamos a la pérdida de dinero o de distintos tipos de información privada. Se puede leer, por ejemplo, en un completo estudio reciente [2] sobre la situación en España que:

“Los incidentes de seguridad declarados por las compañías españolas representan un problema crítico para el desarrollo comercial. Cada vez más los ataques persiguen claramente intereses económicos que provocan pérdidas de dinero o de información confidencial”

Las principales causas de esta situación internacional de seguridad son la creciente complejidad del software [3], la falta de un análisis y diseño del código en los que realmente se tenga en cuenta la seguridad [4, 5], el uso aún no suficientemente extendido de estándares internacionales [6] para una correcta organización de la seguridad y los limitados esfuerzos dedicados a un buen proceso de formación en materia de seguridad informática. En las Universidades españolas, en casi todos los grados de Ingeniería Informática, existe una asignatura, obligatoria u optativa, dedicada a la Criptografía, siendo ésta una situación mucho mejor que hace 15 años. Pero la Criptografía y sus aplicaciones son únicamente una parte de una disciplina mucho más compleja y sofisticada. En la mayor parte de los casos los estudiantes no aprenden nada sobre cortafuegos, sistemas de detección (y

prevención) de intrusiones (IDS, IPS), analizadores de vulnerabilidades o estándares de organización de seguridad y todas estas son herramientas necesarias para el trabajo en la vida profesional. Además estamos ya completamente inmersos en el seguimiento de los objetivos para la adquisición de capacidades mediante formación centrada en el estudiante, una de las ideas principales del proceso de Bolonia de un Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) [7]. Los estudiantes deben desarrollar capacidades que les preparen para enfrentarse a los problemas del mundo profesional, en este caso problemas reales de seguridad informática.

Pero actualmente para obtener este tipo de capacidades relacionadas con materias de seguridad de la información, los estudiantes se encuentran muchos problemas:

- Habitualmente no tienen una asignatura de seguridad de la información completa, que vaya más allá de la Criptografía.
- Si disponen de tal asignatura es normalmente una asignatura con contenidos únicamente teóricos y no tienen oportunidad de usar herramientas como cortafuegos, IDS; etc.
- En los pocos casos en los que pueden usar tales herramientas es sólo por tiempo muy limitado, en un entorno controlado de laboratorio, y no disponen del tiempo suficiente para relacionar correctamente la teoría y la práctica.
- Si además nos referimos a la cada vez mayor cantidad de estudiantes matriculados en universidades de formación a distancia (como los propios nuestros de grado y posgrado) el problema es mayor porque normalmente sólo tienen posibilidad de hablar con el profesor a través de un Sistema de Gestión de Formación (LMS) como WebCT o Moodle [8] y no tienen ocasión de practicar con diferentes herramientas didácticas que les permitan comprender mejor los distintos asuntos relacionados con la seguridad informática.

En particular un tema tan importante para esta disciplina como la comprensión de los diferentes tipos de ataque, que se dan en las ubicuas redes IP de los entornos habituales, no es posible realmente sin ver, en la práctica, cómo se ejecuta el ataque y cómo se programa normalmente tal ataque.

Tampoco suelen tener la posibilidad de usar un IDS. Un Sistema de Detección de Intrusiones [9] es una herramienta informática, hardware o software, cuya misión es detectar cualquier tipo de acceso no deseado a una red o a un sistema individual en la red. Funciona haciendo un análisis completo del tráfico de la red y comparándolo con una serie de “firmas de ataque” habitualmente almacenadas en una base de datos. Estas firmas son como patrones de comportamiento de diferentes tipos de accesos no deseados o ataques a la red. Son hoy en día una de las herramientas más sofisticadas y más significativas para la defensa de redes, así reconocidas por diferentes organizaciones de seguridad [10]. Si los estudiantes no pueden “jugar” el tiempo que necesitan con, al menos, un

IDS didáctico pero completo, les resultará mucho más difícil obtener las competencias prácticas y asentar las ideas relacionadas.

Como continuación a una verdadera tradición de nuestro departamento [11, 12] de búsqueda y desarrollo de herramientas de formación individualizadas y de alto rendimiento, y tratando de cumplir con los objetivos previamente expuestos, hemos construido un sistema didáctico de dos diferentes herramientas, que ayudan en el proceso individualizado de formación asociado con:

- Ataques a la seguridad de redes: un simulador de ataques reales que permite al estudiante ver cuál es el comportamiento exacto, y en detalle, de los ataques más típicos.
- Sistema de Detección de Intrusiones: un IDS completo, aunque muy didáctico, que el estudiante puede usar para entender en la práctica el proceso interno completo de cualquier IDS típico y ver cómo se detectan la mayor parte de los ataques.

Ambas herramientas comparten una interfaz muy sencilla y amigable, con muchos niveles de ayuda online, diseñada para el proceso de formación individual que asocia la teoría con la práctica real. Cada estudiante dispone de su kit individual completo que puede instalarse en cualquier ordenador ya que el software es completamente de código abierto y desarrollado ex profeso para ser portable a distintos sistemas operativos.

Otro aspecto significativo es que ambas herramientas están diseñadas para permitir dos roles didácticos diferentes:

- El usuario “normal” que las usa esencialmente para asimilar la teoría sobre ataques en red y Sistemas de Detección de Intrusiones.
- El usuario “colaborador” que puede también extender la funcionalidad de ambas herramientas ampliando el número de ataques que se ejecutan y son detectados por el IDS.

Las dos herramientas están completamente operativas y han pasado la fase piloto en nuestro departamento. Este curso 2009/2010 formarán parte del contenido de la asignatura de Seguridad Informática de último año de la carrera de Ingeniería Informática y de un nuevo Máster de Tecnologías de la Información.

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. La Sección 2 analiza las características principales de las herramientas en más detalle. La Sección 3 explica brevemente los detalles de diseño y desarrollo de las herramientas. La Sección 4 muestra el uso de las herramientas y finalmente la Sección 5 ofrece algunas conclusiones y posibles trabajos futuros.

II. CARACTERÍSTICAS DE LAS HERRAMIENTAS EN DETALLE

Las dos herramientas del sistema se han diseñado teniendo en cuenta los dos roles diferentes descritos, y como parte de un sistema con gran número de características didácticas.

A. Requerimientos del sistema

El sistema es *escalable* y basado en tecnologías, metodologías y estándares actuales, fácilmente entendibles por un estudiante normal de Ingeniería Informática. Las tecnologías más significativas empleadas fueron:

- Lenguaje orientado a objetos, porque facilita características importantes como la abstracción, la encapsulación, la herencia y el polimorfismo
- Sistema de trazas de ejecución, configurable dinámicamente
- Control de excepciones
- Uso de XML para la serialización de objetos del sistema
- Hilos de ejecución para ejecutar varias tareas de forma simultánea
- HTML para todas las páginas de ayuda y para la documentación

Siguiendo los objetivos didácticos hemos construido una *arquitectura distribuida* para el sistema. Se decidió basar las herramientas en servicios independientes que se pueden usar en cualquier máquina de una red Ethernet, lo que permite colocar varios sensores para el IDS y varios simuladores de ataque en máquinas diferentes, pero teniendo el control en una tercera máquina diferente en la red.

Otra condición importante es la *portabilidad* entre sistemas, al menos entre MS Windows y sistemas Linux.

Se ha tenido un cuidado especial con el diseño de la interfaz de las herramientas, teniendo en cuenta el proceso individualizado de formación, especialmente en aspectos relacionados con el sistema de ayuda, el análisis de la información en el repositorio y la propia documentación del sistema.

B. Detalles de la herramienta IDS

Como arquitectura se seleccionó el *Modelo Adaptativo* [13], basado en minería de datos [14] en tiempo real. La arquitectura se muestra en la Figura 1, en la que los *sensores* reciben la información capturada en las interfaces de red y, una vez formateada, la añaden al repositorio del sistema.

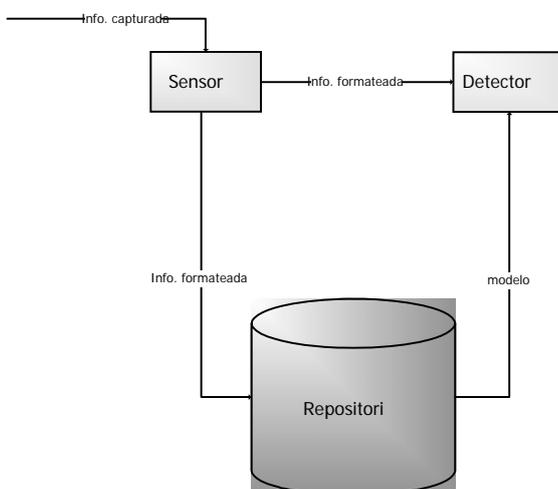


Fig. 1. Arquitectura IDS de Modelo Adaptativo.

Los *detectores* del sistema usan esta información y los modelos de intrusión almacenados para intentar detectar ataques. Como resultado de su ejecución se generan alertas que identifican los distintos tipos de ataques.

La tercera pieza esencial del sistema es el *repositorio* o almacén de datos, que almacena toda la información relacionada del sistema. Es la pieza central ya que da soporte al resto de los elementos.

Se decidió el desarrollo de un sistema de detección de intrusiones basado en red, con sensores, detectores y modelos Ethernet, que soporten la captura de muchos eventos de monitorización diferentes.

La última pieza estructural es la *consola* del sistema, que se utiliza como el control central de administración del sistema y para ver los resultados de la monitorización. Es quizás la pieza más importante desde el punto de vista didáctico. Se diseñó siguiendo soluciones gráficas que hagan fácil la comprensión de los conceptos relacionados con el IDS, incluyendo un sistema completo de ayudas.

C. Detalles del simulador didáctico de ataques

Cada simulador de intrusión o ataque corresponde a un sistema de información cuyo objetivo es generar ataques correspondientes a una técnica específica. Nuestro sistema usa sus características de envío y recepción de paquetes Ethernet para generar tales ataques. El simulador, parte del mismo sistema y también controlado desde la consola, comparte el acceso al repositorio con el IDS (Fig. 2) para poder usar la información almacenada y añadir más información resultante de las simulaciones.

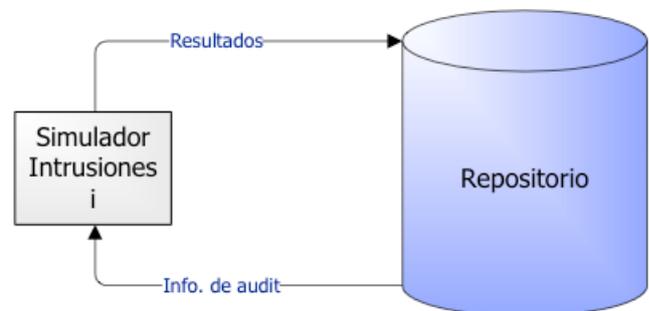


Fig. 2. Simulador didáctico de ataques.

El sistema implementa varios ataques típicos pero su diseño permite ser extendido con muchos otros ataques, lo que soporta el rol de colaborador.

El simulador didáctico de ataques tiene tres componentes:

- *Máquina de intrusiones*: el sistema software capaz de generar ataques típicos de intrusiones basados en tecnologías Ethernet y TCP/IP. El software es "*multithreaded*" para optimizar los recursos de la máquina.
- *Repositorio*: es el mismo repositorio descrito para el IDS y cualquier información usada por el IDS, como la lista de puertos bien conocidos, se comparte con el simulador de ataques.
- *Consola*: La consola general del sistema integra cualquier información necesaria para la simulación de los ataques.

D. Detalles sobre el proceso de formación deseado

En el diseño de ambas herramientas se ha buscado facilitar el proceso individualizado de formación centrado en una serie de aspectos fundamentales:

- *Relacionados con la pila de protocolos Internet.* Los sensores deben ayudar al estudiante a entender la estructura y funcionamiento de los diferentes protocolos analizados en términos de, por ejemplo, la interfaz de red, la ejecución en modo promiscuo o el direccionamiento Ethernet e IP.
- *Relacionados con el reforzamiento del conocimiento adquirido.* El sistema tiene una aplicación para buscar en la información almacenada en el repositorio. El estudiante puede ver con más detalle los conceptos relacionados con cualquiera de los protocolos analizados, para cualquier nivel de la pila IP. También puede analizar información relacionada con los diferentes tipos de tramas, cualquier aspecto de la cabecera MAC y de las diferentes cabeceras de protocolos de la pila Internet.
- *Relacionados con los diferentes tipos de ataques y del funcionamiento típico de un IDS.* Ambas herramientas permiten estudiar en profundidad distintos conceptos importantes de seguridad informática y de las comunicaciones. El estudiante puede experimentar con distintas técnicas de ataque y ver asimismo cómo son reconocidos por un IDS típico, facilitando la clasificación de ataques e identificando la metodología del ataque. También el sistema ayuda a entender la clase de amenaza de seguridad involucrada y los elementos de riesgo asociados.

III. DETALLES DE DISEÑO Y DESARROLLO

Se ha tenido en cuenta que los usuarios de estas herramientas serán, muy probablemente, estudiantes de últimos cursos de grados de Ingeniería Informática. Como consecuencia, y sobre todo para los estudiantes que se decidan a seguir el rol de colaborador, se han usado metodologías, entornos de desarrollo, herramientas y lenguajes populares. Para el diseño se recurrió a técnicas de arquitectura basadas en UML y patrones de diseño [15]. El desarrollo se realizó en *Java* mediante Eclipse [16], un entorno de desarrollo integrado muy útil de código abierto, con bastantes complementos como Jigloo [17] para la construcción de interfaces gráficas.

Se ha usado MySQL como sistema de gestión de base de datos para el repositorio aunque en realidad el sistema permitiría otros. Muchos objetos diferentes, como alertas o paquetes de datos, se han serializado en XML para su impresión en HTML mediante XSLT.

El sistema de ayudas para las herramientas se ha construido mediante *JavaHelp System* que facilita la publicación de contenidos en HTML y que tiene funcionalidades interesantes como la búsqueda de textos.

La implementación realizada es “*multithreaded*” lo que hace especialmente sencillo mejorar el rendimiento para la ejecución de las diversas técnicas de intrusión.

El sistema dispone también de una serie de trazas de ejecución, configurables desde la interfaz gráfica, desarrolladas mediante *Java Logging*.

El sistema completo de ambas herramientas se ha documentado extensivamente mediante *Javadoc*.

Como consecuencia del desarrollo del sistema en *Java*, mediante la librería *Jpcap* como base, se garantiza su ejecución en varios entornos como MS Windows (2003/XP/Vista), Linux (Fedora, Mandriva, Ubuntu), MacOS X (Darwin), FreeBSD y Solaris. El sistema ha sido probado con éxito en Windows XP, Windows 2003, Windows Vista y Linux.

Se ha preparado un instalador sencillo de la herramienta, mediante el API *IzPack*, lo que hace el despliegue del sistema extremadamente sencillo.

IV. USO DE LAS HERRAMIENTAS

Tal como se ha descrito antes, la consola del sistema soporta la interfaz gráfica, facilitando las tareas de monitorización y la administración del sistema, así como las tareas asociadas con el simulador de ataques y el sistema de detección de intrusiones. Al ser el nuestro un sistema didáctico es fundamental tener un punto de inicio fácil de manejar. La consola tiene integrada la ayuda del sistema, que es sensible al contexto y permite búsquedas de texto.

La Figura 3 muestra la consola del sistema y, en la parte inferior, la ayuda asociada con la propia consola.

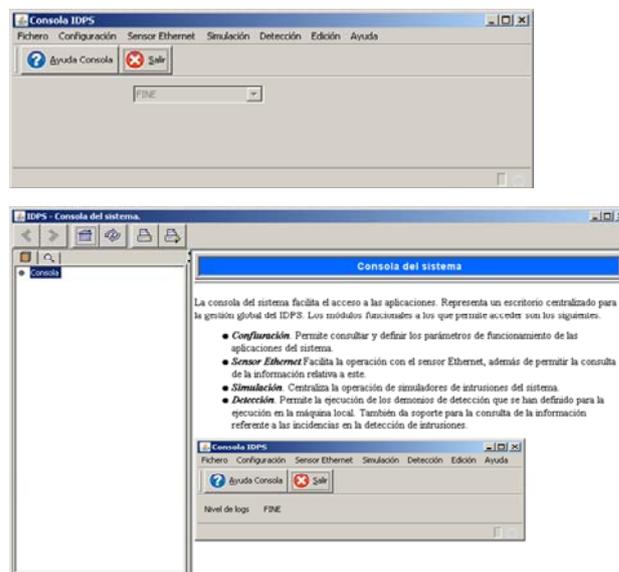


Fig. 3. Consola del sistema y ayuda de la propia consola.

Desde la consola el estudiante puede acceder a los distintos componentes:

- Módulo de configuración, en el que se definen (y se consultan los valores) los parámetros de funcionamiento de las herramientas del sistema.

- Módulo de sensor Ethernet, en el que se puede parametrizar el sensor Ethernet que usa el sistema de detección de intrusiones.
- El módulo del simulador de ataques, que es la herramienta usada para generar ataques.
- El módulo de detección de ataques, el propio sistema de detección de intrusiones.

Debido a la extensión limitada de este artículo vamos a presentar los detalles didácticos más significativos de cada uno de los módulos.

A. El módulo de configuración

La Figura 4 muestra la interfaz gráfica de este módulo, desde la que el estudiante puede seleccionar la interfaz Ethernet, la resolución de nombres IP, el método de acceso a datos y también parámetros diferentes para el sistema IDS, el simulador de ataques y los registros del sistema.

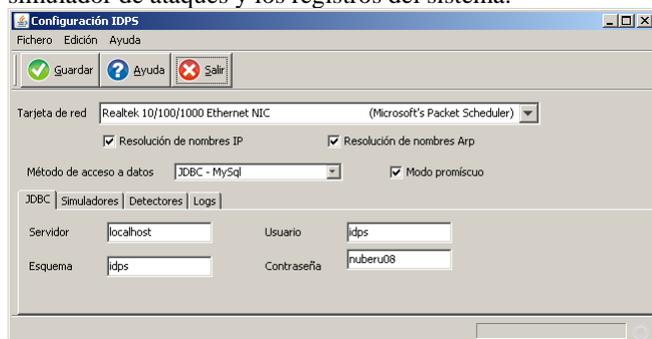


Fig. 4. Interfaz gráfica del módulo de configuración del sistema

Al seleccionar, por ejemplo, la pestaña de “Detectores”, es posible seleccionar algunos parámetros, el más importante de los cuales es qué procesos “*daemon*” se van a activar con el IDS.

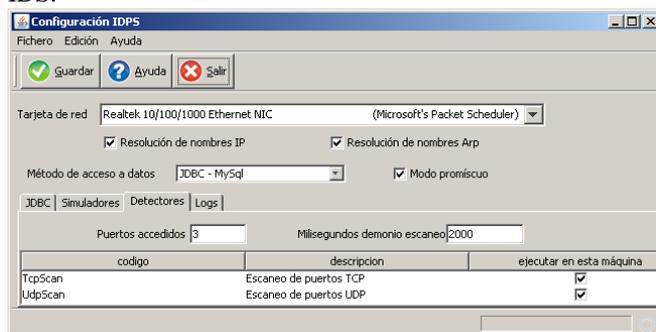


Fig. 5. Configuración de parámetros del IDS.

Cuando un estudiante colaborador añade otro detector (que se describe en el lenguaje del sistema, mediante un conjunto de nuevas “firmas” para el nuevo detector) el sistema mostrará inmediatamente la nueva posibilidad.

Si se seleccionan los simuladores de ataque (la pestaña “Simuladores” en las figuras) se obtiene una interfaz similar con varios otros parámetros relacionados con la herramienta, como el URL de descubrimiento, para descubrir la dirección MAC del encaminador por defecto o el “*timeout*” y el tiempo de vida de la comunicación.

Este módulo permite también la búsqueda de cualquier tipo de información (Figura 6) almacenada en el repositorio, desde los diferentes tipos de tramas Ethernet hasta los detalles de puertos, protocolos IP o de los diferentes sensores Ethernet.

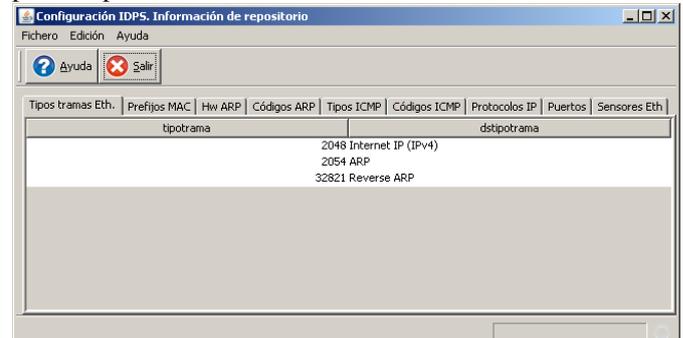


Fig. 6. Búsqueda de información en el repositorio.

B. El módulo de sensor Ethernet

Éste es el módulo responsable de la captura de paquetes, de filtrarlos a través de filtros SQL y de la construcción de objetos paquete para cada paquete sospechoso. Permite también ver en detalle cada paquete, ya sea en hexadecimal o en texto.

El módulo muestra también cada paquete en una pestaña de detalle que puede usar el estudiante para revisar su conocimiento de los protocolos IP e intentar conjeturar cuál puede ser el problema relacionado con este paquete particular.

Tal vista en detalle puede observarse en la Figura 7 que muestra, en este caso, la cabecera de IP de un paquete típico.

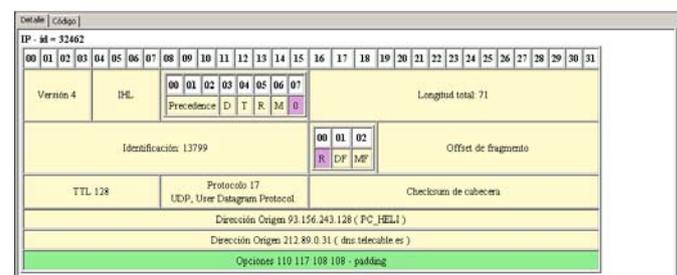


Fig. 7. Vista de detalle de una cabecera IP en el módulo sensor.

Desde este módulo se puede arrancar y parar un sensor para la máquina local. Los sensores capturan el tráfico, le dan formato y lo almacenan en el repositorio. Nuestro sensor usa la librería *jpcap*, base de otros analizadores de protocolos populares como Snort o Wireshark, que permite que aplicaciones *Java* envíen y reciban paquetes. Los sensores del sistema extienden esta clasificación *jpcap* añadiendo nuevos analizadores para el IDS.

La Figura 8 muestra la interfaz de usuario de arranque y parada del sensor y el número de los paquetes analizados. Asimismo muestra, en la parte inferior, el estado actual del analizador, en este caso “Escuchando”.

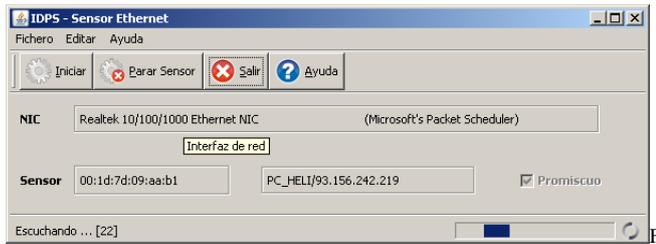


Fig. 8. Interfaz gráfica de gestión del módulo sensor.

C. El módulo del simulador de ataques

Este módulo centraliza las operaciones de todos los simuladores de ataque del sistema. En el sistema actual hay varios ataques soportados típicos, basados en la técnica de escaneo de puertos, para los que se puede seleccionar la máquina destino, los números de puerto que se desea barrer, el temporizador para el barrido y otros parámetros significativos de este tipo de ataques. El más característico de todos es el tipo de técnica de intrusión que se desea usar:

- Simulador TCP *connect()* o simulador TCP SYN, que permite encontrar puertos TCP abiertos en un servidor, indicando que aceptan peticiones de conexión.
- Simulador TCP FIN, con similar objetivo que el anterior pero válido sólo para redes locales, ya que habitualmente los cortafuegos filtran este tipo de paquetes.
- Simuladores de paquetes UDP que persiguen el mismo tipo de objetivos pero buscando servidores UDP que acepten peticiones de comunicación.

Se ha desarrollado con éxito también un simulador de ataque para el típico ataque, mucho más peligroso, de SYN FLOOD, en el que el atacante llena completamente la tabla de conexiones “embriónicas”, correspondientes a un servidor que utiliza transporte TCP, lo que le impide aceptar conexiones legítimas nuevas.

Es importante resaltar que este módulo puede ser fácilmente extendido con nuevos simuladores de ataque por un usuario que juegue el rol de colaborador. Asimismo es perfectamente posible usar también cualquier otro simulador de ataques [18] y, si nuestro IDS está preparado, detectar los nuevos ataques.

D. El módulo de detección IDS

Éste es el módulo que arranca los procesos IDS definidos y soporta la consulta de información relacionada con los incidentes detectados. Permite también distribuir los detectores ubicándolos en diferentes máquinas de la red. Los detectores procesan la información analizada por los sensores, obtenida del repositorio del sistema y, mediante modelos de detección (en los que se describen las firmas de ataque), determinan si han encontrado una intrusión. Si se ha detectado un ataque, el resultado se almacena como una alerta para un análisis posterior y para generar diferentes clases de informes.

Cualquier estudiante en el papel de usuario normal puede consultar tales contenidos y, además, un estudiante jugando el rol de colaborador, puede editarlos. Tal colaborador debe

conocer, no obstante, Java, HTML y SQL y tener conocimientos sobre los distintos tipos de intrusión.

En la versión actual se dispone de un detector por cada uno de los simuladores de ataque desarrollados y ya analizados.

En la Figura 9 puede verse el proceso IDS de detección de ataques de escaneo UDP y en la Figura 10 una ventana emergente que informa de un ataque específico.

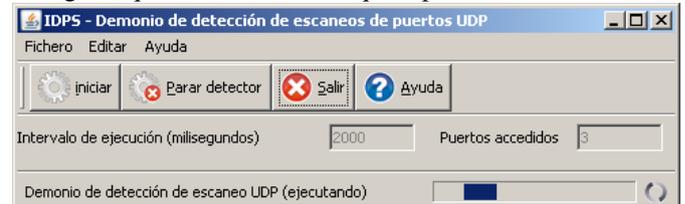


Fig. 9. IDS detectando scans UDP.

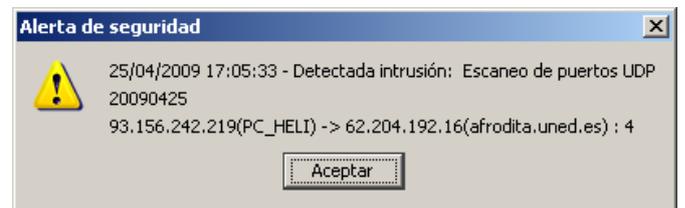


Fig. 10. Alerta de seguridad debida a un ataque de scan UDP.

E. Miscelánea

Cada módulo dispone de un sistema de ayuda sensible al contexto completamente implementado, pero cualquier usuario colaborador puede añadir o modificar los contenidos. Para hacerlo basta con editar el código HTML de la página de ayuda.

Existe también en el sistema un entorno completo para añadir nuevos sensores para el IDS, ampliándolo mediante el código Java correspondiente.

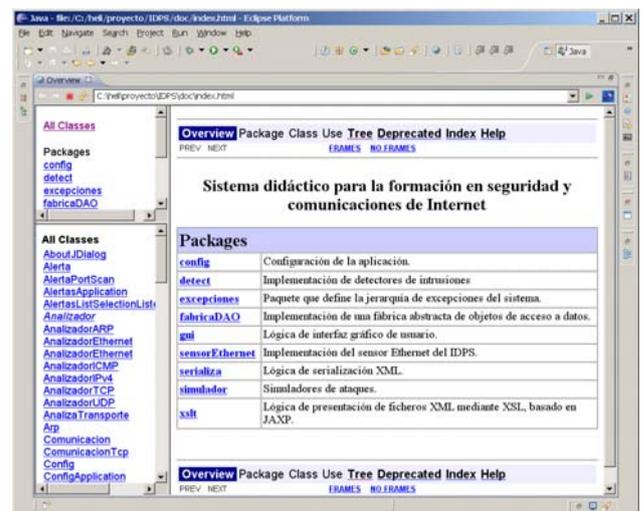


Fig. 11. Página índice de la documentación javadoc.

Si se desea añadir un nuevo analizador de protocolos, es necesario editar el código Java y el nuevo protocolo definido en el repositorio del sistema.

Finalmente para añadir y editar los contenidos didácticos el colaborador debe acceder a la documentación *Javadoc* del sistema, cuya página índice puede verse en la Figura 11.

V. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado, y probado con éxito, un sistema didáctico que soporta el paradigma de aprendizaje asociado con el EEES. Las herramientas de formación práctica, y a distancia, basadas en trabajo colaborativo, integradas en nuestro sistema, permiten al estudiante profundizar en sus conocimientos de comunicaciones en redes IP y materias de seguridad informática relacionadas. Las herramientas permiten el desarrollo del proceso de formación práctica en dos niveles diferentes: el usuario, un estudiante que desea entender los principios subyacentes a los ataques en red más típicos y a los IDS, y el colaborador, que desea editar y añadir nuevos contenidos al sistema.

Durante el curso 2009/2010 el uso del sistema será parte del contenido de varias asignaturas de grado y posgrado. Específicamente se propondrá su uso a los alumnos de la asignatura “Seguridad en las Comunicaciones y en la Información”, de quinto curso de Ingeniería Informática en la UNED. Se intentará contrastar con estas prácticas reales por alumnos su validez como herramienta de formación individualizada y, además, se animará a los alumnos a mostrar su opinión particular en cuanto a posibles mejoras didácticas o, incluso, sobre su posible uso no académico.

En estos momentos, además, estamos extendiendo el sistema en varias direcciones:

- Querriamos cambiar la librería *jpgcap* por un nuevo API basado en la familia de librerías *pcap*, lo que dotaría a nuestras herramientas de más independencia aún.
- Estamos desarrollando nuevos simuladores de ataque y detectores, relacionados con ataques concretos a sistemas http.
- Estamos diseñando nuevos sensores para redes inalámbricas.

Para finalizar creemos que sería una buena idea tratar de integrar en un único conjunto de herramientas diferentes sistemas de simulación de materias de seguridad de la información y seguridad de redes, siguiendo el paradigma de formación individualizada de alto rendimiento. Estas herramientas permiten depender lo menos posible de una infraestructura compleja y seguimos creyendo que esto favorece el proceso, que debe ser necesariamente tranquilo, de transformación de la teoría en conocimiento a través de prácticas reales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento al Programa Iberoamericano para la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo (CYTED) su soporte mediante el proyecto CYTED-508AC0341 “SOLITE- SOFTWARE LIBRE EN TELEFORMACIÓN”.

REFERENCIAS

- [1] “SANS Top 20 Security Risks, SANS Institute “(Dic. 2008). Véase <http://www.sans.org/top20/>.
- [2] INTECO, Marzo de 2009. “Estudio del sector de la seguridad en las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones en España”, véase <http://www.inteco.es/file/1000259855>.
- [3] Y. Shin y L. Williams, Octubre de 2008. “Is complexity really the enemy of software security?” En: 4th ACM workshop on Quality of protection, New York, NY, USA.
- [4] M. Graff y K. Van Wyck, 2003. “Secure Coding Principles and Practices”, O’Reilly, ISBN 0-596-00242-4.
- [5] R. Anderson, 2008. “Security Engineering: a guide to building dependable distributed systems”, Wiley 2008.
- [6] International Standards Organization, 2005, “ISO / IEC 27001: 2005, Information technology - Security techniques -Information security management systems – Requirements”.
- [7] Comisión Europea, 1999, “The Bologna Declaration on the European space for higher education: an explanation”, véase: <http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/bologna.pdf>.
- [8] R. Pastor, E. Tovar, I. Plaza, M. Castro, M. Llamas, F. Arcega, G. Díaz, F. Falcone, F. Jurado, J.A. Sánchez, M. Domínguez, F. Mur, J. Carpio, 2009, “Los recursos Tecnológicos para la Teleformación en España: Comparativa e Implantación”, IEEE-RITA, Vol. 4, N. 1.
- [9] K. Scarfone y P. Mell, 2007. “Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS)”, National Institute of Standards and Technology, NIST, véase <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-94/SP800-94.pdf>.
- [10] SECUREWORKS, 2008. “Top 5 Data Sources for Security Monitoring”, SecureWorks, July, 2008, véase: <http://www.secureworks.com/research/newsletter/2008/07/>
- [11] M. Castro, C. Martínez, E. López, A. Colmenar, A. Vara, G. Díaz, E. Sancristobal y J. Peire, 2004. “Integration of new tools and technologies in electronics teaching”. 34th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, EE.UU.
- [12] G. Díaz, E. López, C. Martínez Mediano, J. Peire y M. Castro, 2007. “Task-oriented and performance centred e-learning on-line courses”, Society for Information Technology & Teacher Education, SITE 2007, San Antonio, Texas, EE.UU.
- [13] E. Eskin, M. Miller, Z. Zhong, G. Yi, W. Lee, S. Stolfo, 2000. “Adaptive Model Generation for Intrusion Detection Systems”, 7th ACM Conference on Computer Security.
- [14] W. Lee, S.J. Stolfo, P.K. Chan, E. Eskin, W. Fan, M. Miller, S. Hershkop y J. Zhang, 2001. “Real Time Data Mining- based Intrusion Detection”. Proceedings of DISCEX II.
- [15] S. J., Metsker 2002. “Design patterns java™ workbook”, Addison-Wesley Professional. ISBN 0201743973.
- [16] Open Source IDE, véase <http://www.eclipse.org/>.
- [17] Jigloo SWT/Swing GUI Builder for Eclipse and WebSphere, véase <http://www.cloudgarden.com/jigloo/>.
- [18] B. Breech, M. Tegtmeier y L. Pollock, 2006. “An Attack Simulator for Systematically Testing Program-based Security Mechanisms”, Software Reliability Engineering, 2006. ISSR.



Heliodoro Menéndez es Ingeniero Técnico por la Universidad de Oviedo e Ingeniero en Informática por la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) desde 1995 y 2009 respectivamente, también es experto profesional en seguridad Informática en Redes de Ordenadores acreditado por la UNED desde 2006. Presta sus servicios en el departamento de informática de la Fundación Laboral de la Construcción del Principado de Asturias desde 1996. Desde 2006 colabora con el Departamento de Ingeniería Eléctrica Electrónica y de Control, ETSII de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia), en el desarrollo de herramientas de formación práctica, y a distancia, basadas en trabajo colaborativo, integradas en sus sistemas.



Gabriel Díaz es Licenciado y Doctor en Ciencias Físicas por la UAM (Universidad Autónoma de Madrid) desde 1983 y 1988 respectivamente. Ha trabajado durante 15 años para diferentes compañías del mundo de las Tecnologías de la Información, como Digital Equipment Corporation o Global Knowledge. Es además, socio director de ADSO Consultoría y Formación, su propia compañía, en las que ha desarrollado diferentes trabajos de consultoría técnica y organizativa en Seguridad Informática y Comunicaciones. Desde 2006 es Profesor del área de Ingeniería Telemática en el Departamento de Ingeniería Eléctrica

Electrónica y de Control, ETSII de la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia). Actualmente sus actividades investigadoras están ligadas a la Seguridad Informática en sistemas de procesos de control, gestión de servicios TI y varias aproximaciones diferentes a los usos de las TIC para la mejora de la formación superior en las universidades. Es Senior Member del IEEE y Vicepresidente del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE, así como miembro de la ACM y del itSMF. Desde Enero de 2006 es Vice-Chairman del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE.



Manuel Castro es Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) e Ingeniero Industrial, especialidad Electricidad, intensificación Electrónica y Automática, por la misma Escuela. Ha recibido el premio a la "Innovative Excellence in Teaching, Learning & Technology" del "Center for the Advancement of Teaching and Learning" del año 2001. Actualmente es Catedrático de Universidad del área de Tecnología Electrónica en el

Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, ETSII de la UNED. Ha sido Vicerrector de Nuevas Tecnologías de la UNED, así como Subdirector de Investigación, y Subdirector de Gestión Académica de la ETSII de la UNED y Director del Centro de Servicios Informáticos de la UNED. Ha trabajado cinco años como Ingeniero de Sistemas en Digital Equipment Corporation. Pertenece al comité organizador de los congresos internacionales y nacionales IEEE FIE, CIES-ISES, TAEE y SAAEI, así como es revisor y presidente de mesa. Es miembro Fellow del IEEE, miembro del Administration Committee (AdCOM) de la Sociedad de Educación del IEEE y Fundador y Pasado-Presidente del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE. Es Vice-Presidente del Consejo de Dirección de ISES España y Presidente de la sección española del IEEE.

Capítulo 12

OBSTAGUIA 2: Software de Análisis de Obstáculos en Guía de Onda para Laboratorios Docentes

J.M. Zamanillo Sainz de la Maza, *Member, IEEE*, Isabel Zamanillo, C. Pérez-Vega *Member, IEEE*, y A. Mediavilla *Member, IEEE*

Title—OBSTAGUIA 2: Waveguide obstacles analysis software for educational laboratories.

Abstract—This work is devoted to simplify the knowledge by the student of the electrical lumped elements equivalent circuit of the different obstacles used to design passive microwave devices inside a waveguide. The software presented here OBSTAGUIA2 is based on previously reported works [1], and has been developed under friendly user philosophy and is self-explicative. Both characteristic are important when the program is used in engineering education. The able to simulate all types of waveguide obstacles, without a 3D electromagnetic simulator, coupled with the graphical and mathematical abilities of MATLAB[®] makes this software an interesting tool easy to use by users at any level. The second objective of this work is the use of the computing routines developed, into more ambitious software capable to design waveguide filters from the user specifications, this software is now under development.

Este trabajo fue presentado originalmente en el XXIV Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI 2009) celebrado en el Palacio de la Magdalena de Santander, Cantabria (España) en Septiembre de 2009.

José-María Zamanillo Sainz de la Maza es Director del Aula de Imagen y Sonido de la Universidad de Cantabria y profesor Titular del Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones de la citada Universidad en la ETSII y Telecomunicación. Plaza de la Ciencia s/n Edificio de I+D+i Telecomunicaciones, C.P. 39005 Santander, Cantabria, España (e-mail: jose.zamanillo@unican.es).

Isabel Zamanillo Sainz de la Maza es Profesora ayudante del Dpto. de Tecnología Electrónica Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad de Cantabria en la Escuela Técnica Superior de Náutica. C/ Gamazo 1. C.P. 39004 Santander, Cantabria, España (e-mail: isabel.zamanilloB@unican.es).

Constantino Pérez-Vega es Catedrático de Escuela Universitaria del Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones en la ETSII y Telecomunicación de la Universidad de Cantabria. Plaza de la Ciencia s/n Edificio de I+D+i Telecomunicaciones, C.P. 39005 Santander, Cantabria, España (e-mail: constantino.perezv@unican.es).

Ángel Mediavilla Sánchez es Director Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Cantabria y Catedrático de Universidad de la citada en la ETSII y Telecomunicación de la UC. Plaza de la Ciencia s/n Edificio de I+D+i Telecomunicaciones, C.P. 39005 Santander, Cantabria, España (e-mail: angel.medivilla@unican.es).

Keywords—Engineering-education, waveguide, microwave, waveguide circuits, electromagnetic simulator.

Resumen—Este trabajo está dedicado a simplificar el conocimiento por parte del alumno de los circuitos equivalentes en parámetros concentrados de los diferentes obstáculos utilizados para diseñar dispositivos pasivos de microondas dentro de una guía de ondas. El software presentado aquí denominado OBSTAGUIA2 se basa en trabajos previos [1], y ha sido desarrollado bajo la filosofía de fácil utilización, siendo auto-explicativo características importantes para poder ser utilizado en tareas docentes. La capacidad de poder simular todo tipo de obstáculos guía de onda, sin la necesidad de utilizar simuladores electromagnéticos 3D, junto con las capacidades gráficas y matemáticas de MATLAB[®] hacen del software aquí presentado una interesante herramienta fácil de utilizar por los usuarios de cualquier nivel. El segundo objetivo de este trabajo es el uso de las rutinas informáticas desarrolladas, en un programa informático más ambicioso capaz de diseñar filtros en guía de onda, este nuevo software actualmente está en fase de desarrollo.

Palabras Clave— Educación en ingeniería, microondas, guía de onda, circuitos en guía de onda, simulador electromagnético.

I. INTRODUCTION

EL objetivo principal del trabajo aquí presentado consiste en el desarrollo de una aplicación software, que permita realizar el cálculo de los circuitos equivalentes resultantes de introducir obstáculos en guías de onda, debido a que a la mayoría de los alumnos que cursan asignaturas relacionadas con el electromagnetismo en general y las microondas en particular presentan dificultades a la hora de asimilar los conocimientos necesarios para comprender el circuito equivalente de un obstáculo en guía de onda, sobre todo cuando se les explica por primera vez. La programación de dichos obstáculos se ha realizado tomando como referencia las expresiones clásicas recopiladas por Marcuvitz [2], Collin [3], Gupta [4] y Rizzi [5]. No se pretende competir con el software comercial existente en el mercado sino proporcionar al

alumno un programa de ayuda gratuito, de código abierto y de fácil acceso que le ayude a comprender la equivalencia de los obstáculos en guía de onda en términos del circuito equivalente en parámetros concentrados a una frecuencia dada.

Con este trabajo se pretende facilitar la tarea a la hora de calcular los circuitos equivalentes de los obstáculos. Esta tarea es complicada ya que la forma de conocer los parámetros equivalentes, es mediante un simulador electromagnético 3D comercial del tipo: Ansoft HFSS, Agilent EMDS, CST, MiCian o Mafía, por citar algunos de los más representativos.

La herramienta que se presenta aquí determina el comportamiento capacitivo o inductivo de los obstáculos en una sección de guía de onda rectangular, mediante una sencilla aproximación circuital.

Como objetivo secundario de este trabajo, los autores se han propuesto el que todas las rutinas utilizadas en el cálculo de circuito equivalente del obstáculo correspondiente, puedan ser utilizado por el programa *Wavefil* de análisis y diseño de filtros en guía de onda que actualmente está siendo desarrollando en nuestro grupo de investigación. Además las rutinas sirven de herramientas de comprobación para la inclusión de este tipo de modelos en simuladores que utilicen código Verilog-A [6], cuyos resultados han mostrado en otros trabajos presentados en recientemente por nuestro grupo [7-8].

Por otro lado, es de rigor señalar que la programación de cada uno de los módulos del programa *Wavefil*, así como OBSTAGUIA2, han sido desarrollados por los propios alumnos en forma de proyectos de fin de carrera o de trabajos de Master tutorizados bajo la supervisión de los autores en el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Cantabria.

II. EL PROGRAMA OBSTAGUIA2

La aplicación informática OBSTAGUIA2 ha sido programada bajo entorno MATLAB® utilizando la versión R2008A de la cual la Universidad de Cantabria dispone de una licencia de Campus, basándonos en una aplicación programada en MATLAB 5.2 desarrollada con anterioridad [1]. Aunque a partir de la versión 6 de MATLAB®, se permite la compilación del código fuente en lenguaje C, en nuestro caso no se ha compilado la aplicación OBSTAGUIA2 con la idea de que pueda ser utilizada y modificada por el mayor número de usuarios, principalmente alumnos de ingeniería. Para la programación de los diferentes menús y ventanas del programa se ha utilizado la aplicación *guide* contenida en MATLAB® la cual facilita el diseño de ventanas, botones, menús desplegables, etc.

Se han programado un total de 16 diferentes de tipos de obstáculos en guía de onda rectangular, dejándose la implementación de los obstáculos en otros tipos de guía de onda como la guía circular y la elíptica, para una posterior revisión del software. Para la integración de los obstáculos en guía rectangular que aquí nos ocupa, se han tenido en cuenta las diferentes expresiones clásicas existentes en la bibliografía

por [2-4] y [9-10] y atendiendo a su orden de complejidad (espesor nulo o espesor finito del mismo), se han programado los siguientes obstáculos en guía de onda rectangular:

1. Iris capacitivo simétrico (espesor nulo).
2. Iris capacitivo asimétrico (espesor nulo).
3. Obstáculo capacitivo asimétrico (espesor nulo).
4. Obstáculo capacitivo simétrico (espesor nulo).
5. Iris inductivo simétrico (espesor nulo).
6. Obstáculo inductivo asimétrico (espesor nulo).
7. Obstáculo inductivo simétrico (espesor nulo).
8. Doble obstáculo capacitivo simétrico (espesor nulo).
9. Doble obstáculo capacitivo asimétrico (espesor finito).
10. Obstáculo capacitivo simétrico (espesor finito).
11. Doble obstáculo inductivo simétrico (espesor finito).
12. Obstáculo inductivo asimétrico (espesor finito).
13. Poste sólido inductivo descentrado.
14. Poste sólido inductivo centrado.
15. Poste sólido inductivo rectangular.
16. Poste sólido capacitivo.

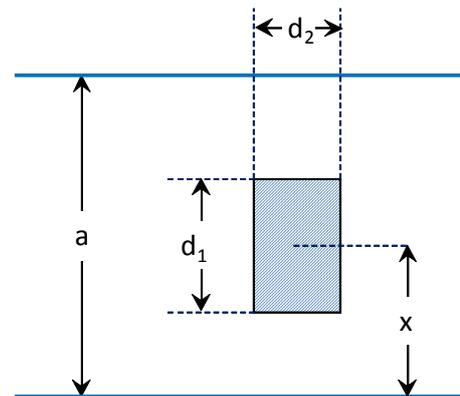


Fig. 1. Vista superior de un poste de sección cuadrada en una guía de onda rectangular de anchura a y altura b .

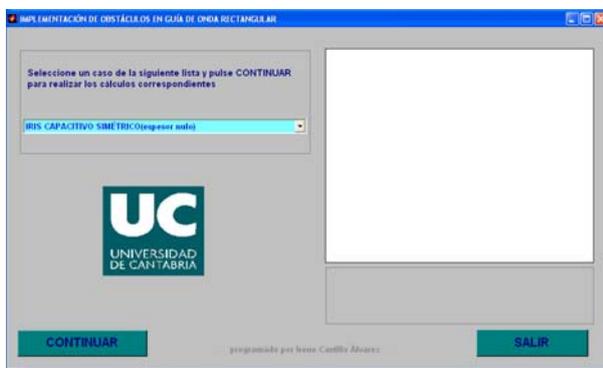
Las variables de entrada son el tipo de guía de onda en función de su modelo y/o geometría, así como la banda de operación. En algunos de estos casos, sobre todo aquellos que comportan cálculos de obstáculos de espesor finito, ciertas expresiones dependen del empleo de las integrales elípticas de primera y segunda especie. Dado que implementar tablas de dichas integrales en el programa e interpolar para obtener el valor de las mismas comporta un error [11-12], para su cálculo se ha empleado la función matemática proporcionada por el propio entorno MATLAB®, denominada *ellipke* [13]. Dicha función matemática calcula la integral de primera y segunda especie de un valor predeterminado o semilla. En el caso recogido en los obstáculos de espesor finito [2], este parámetro no estaba definido directamente, sino que dependía de las integrales elípticas, que a su vez dependían de dicho valor en función de un parámetro denominado α de una forma análoga a la mostrada en la expresión (1) para el caso de un poste de sección cuadrada.

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{E(\alpha') - \alpha'^2 \cdot F(\alpha')}{E(\alpha) - \alpha^2 \cdot F(\alpha)} \quad (1)$$

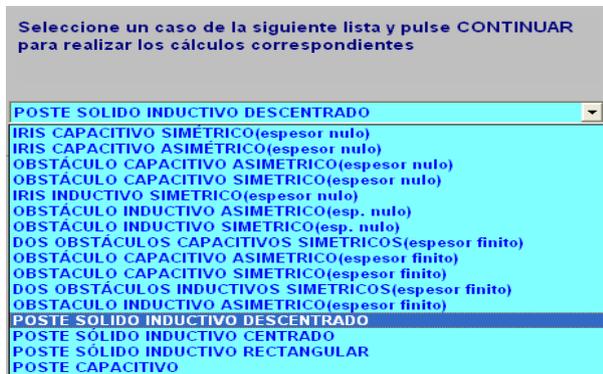
donde d_2 y d_1 representan la anchura y la longitud del obstáculo, tal como se muestra en la Fig. 1, y $F(\alpha)$ y $E(\alpha')$ son las integrales elípticas de primera y segunda especie respectivamente. Además los parámetros α y α' están relacionados por la expresión (2).

$$\alpha^2 = 1 - \alpha'^2 \tag{2}$$

De esta manera que para el cálculo del valor correcto de α a introducir en la integral elíptica se ha programado un lazo, el cual conjuntamente a una pequeña rutina de optimización, realiza una comparación hasta obtener el valor correcto. Como la formulación detallada de cada uno de los obstáculos se encuentra en [2-4], no tiene caso el repetirla aquí.



(a)



(b)

Fig. 2. (a) Menú principal de OBSTAGUIA2.
(b) Menú desplegable con los 16 obstáculos programados.

III. FUNCIONAMIENTO DE OBSTAGUIA2

Una vez definido el directorio de trabajo y de disponer en el todos los módulos utilizados por el programa (ficheros .m), para ejecutar la aplicación y abrir la pantalla principal, el usuario tecleará en la pantalla de comandos MATLAB® la palabra *obstagua2*, lo cual provocará la aparición de la pantalla principal del menú cuyo aspecto es el mostrado en la Fig. 2 (a). El menú desplegable de esta pantalla principal mostrado en la Fig. 2 (b) permite al usuario seleccionar el tipo de obstáculo en guía de onda rectangular sobre los que se

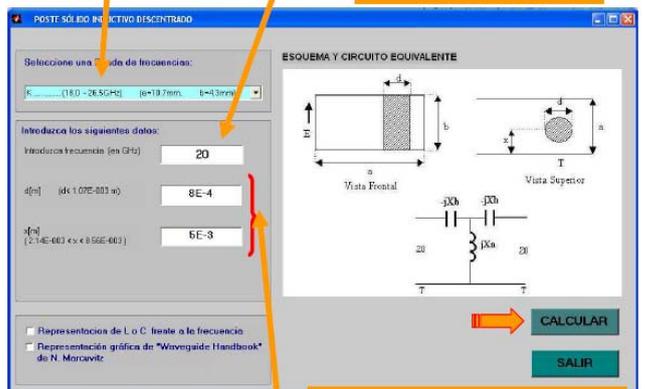
deseen realizar los cálculos, dentro de los 16 diferentes elementos programados.

Una vez seleccionado el obstáculo deseado, se mostrará su esquema acotado en la parte derecha de la pantalla y en la parte inferior derecha de la misma, un cuadro de texto que indicará a que sección corresponde y en que página se encuentra la referencia bibliográfica a dicho obstáculo en [2-4], por si se desea ampliar la información tal como se muestra en las Fig. 3 (a). En la Fig. 3 (b) se muestra como el usuario debe indicar la frecuencia de trabajo a la cual se deben calcular los valores del circuito equivalente, las dimensiones propias del obstáculo (diámetro y posición del poste en el caso presentado aquí), así como la banda y modelo de la guía de onda rectangular que se debe utilizar a la frecuencia de trabajo. Las dimensiones de la guía de onda se fijan automáticamente siguiendo las recomendaciones de la Electronic Industries Alliance (EIA) [14].

A continuación, y a modo de ejemplo se mostrará el cálculo del circuito equivalente de un poste inductivo descentrado en banda K de microondas (de 18 a 27 GHz). Los valores del circuito equivalente se calculan a la frecuencia de trabajo (20GHz en este caso), tal como se muestra en la figura 4 (a).



(a)



(b)

Fig. 3. (a) Pantalla secundaria de la aplicación OBSTAGUIA2.
(b) Pantalla de selección de banda y dimensionamiento del obstáculo.

La figura 4 (b) muestra la variación frecuencial de la capacidad e inducción equivalentes en toda la banda de trabajo. En el caso del ejemplo la frecuencias máxima y mínima de la guía de onda seleccionada son: $f_{\min} = 18\text{GHz}$ y $f_{\max} = 26.5\text{GHz}$, es por ello que las dimensiones de la guía correspondiente a esta banda K, son las fijadas para la guía WR-42 según la nomenclatura de la EIA siendo en este caso para la cara ancha de la guía $a = 10.7\text{ mm}$ y para la cara estrecha $b = 4.3\text{ mm}$, tal como se muestra en la figura 5 (c).

Otra de las opciones proporcionadas por el programa es la de obtener una estimación de la reactancia equivalente normalizada a la impedancia característica de la guía de onda, en función de la distancia normalizada a la pared ancha de la guía x/a tomando la longitud de onda normalizada a la pared ancha de la guía λ/a como parámetro, tal como se muestra en las gráficas de las figuras 6 (a) y 6 (b) respectivamente. En dichas gráficas han sido representados los siguientes parámetros en cada eje, y barriendo el parámetro x/a , siguiendo las expresiones mostradas en (3).

$$\left. \begin{aligned} Eje_x &= \frac{d}{a} \\ Eje_y &= \frac{X_a}{Z_0} \cdot \frac{\lambda_g}{2 \cdot a} \cdot \sin^2\left(\frac{\pi \cdot x}{a}\right) \\ \text{Parámetro} &= \frac{x}{a} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

donde λ_g representa lo longitud de onda en la guía rectangular calculada según la expresión (4).

$$\lambda_g = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda}{\lambda_c}\right)^2}} \quad (4)$$

λ representa la longitud de onda en el espacio libre y λ_c la longitud de onda de corte de la guía de onda calculada mediante (5), es decir aquella a partir de la cual o se propaga el modo principal TE_{10} de la guía de onda rectangular.

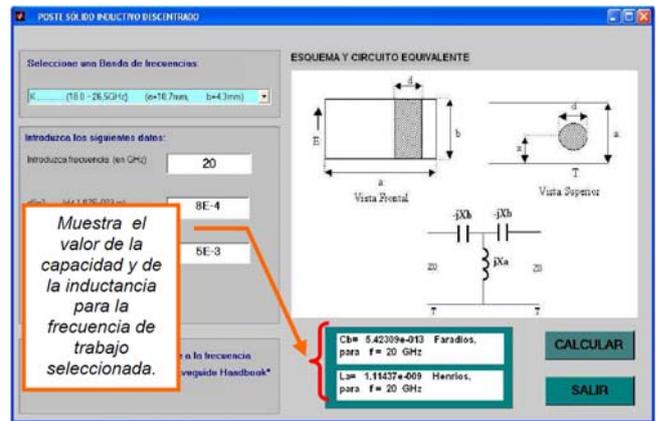
$$\lambda_c = 2 \cdot a \quad (5)$$

donde a es la longitud de la pared ancha de la guía. En la expresión (3) aparece la impedancia de la guía de onda Z_0 , la cual se calcula en función de la geometría de la guía y la frecuencia según la expresión (6)

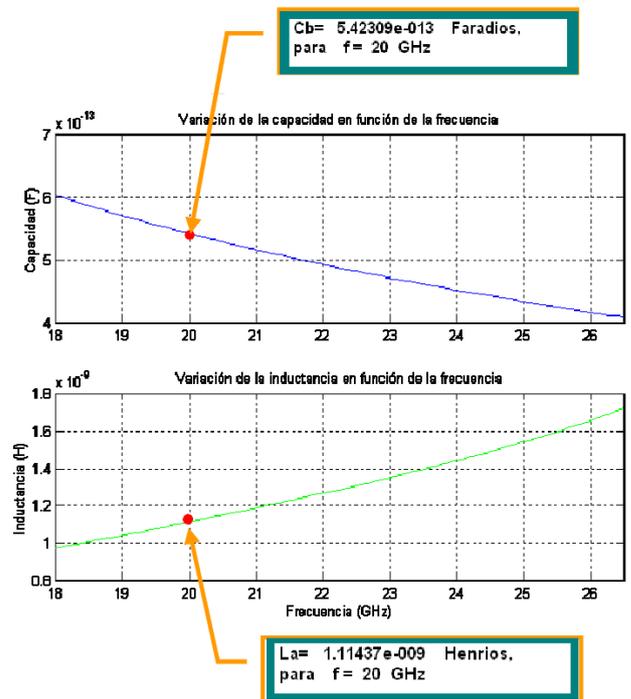
$$Z_0 = \frac{\lambda_g}{\lambda} \cdot \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} \quad (6)$$

Donde μ_0 y ϵ_0 representan la permitividad y la constante dieléctrica del espacio libre, respectivamente.

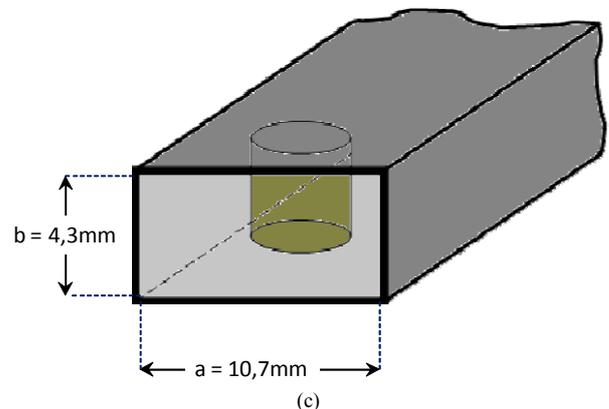
El tipo de gráficas que siguen la expresión (3) son muy útiles a la hora de determinar los valores de los parámetros



(a)



(b)

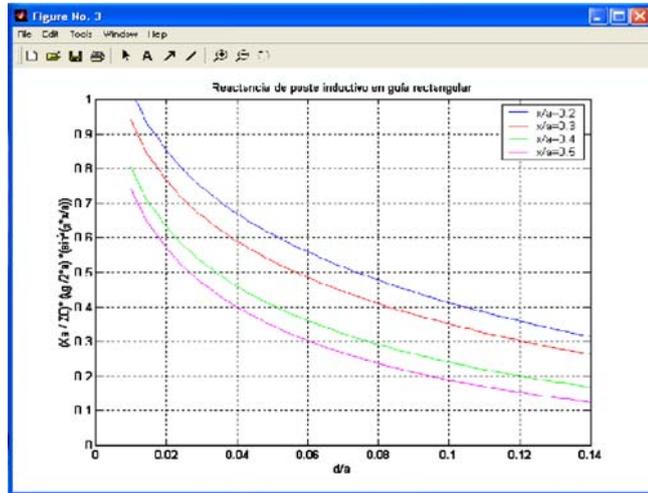


(c)

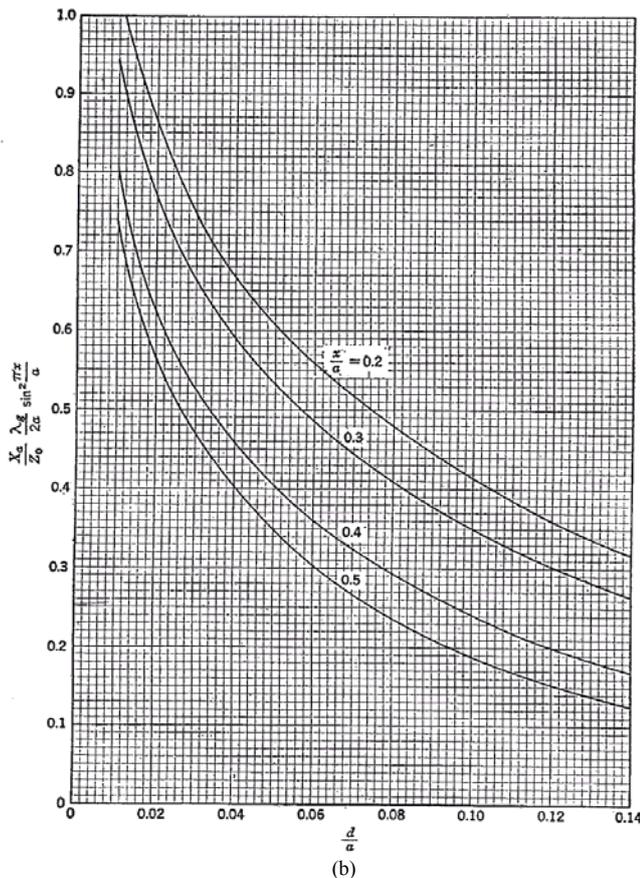
Fig. 4. (a) Pantalla de resultados numéricos con los valores de los elementos en parámetros concentrados. (b) Variación con la frecuencia del valor de la capacidad equivalente y la inducción equivalente. (c) Representación en 3D del obstáculo simulado en la guía de onda con sus dimensiones para la guía WR42.

concentrados de los circuitos equivalentes, resultantes de introducir obstáculos en guía de onda, y hasta hace pocos años eran la fuente del diseño de cavidades resonantes en guía de onda. En el caso del poste cilíndrico que se ha tomado como ejemplo en la figura 4 (c), el programa permite la representación gráfica para tres valores distintos de λ/a .

En la figura 5 (a) se pueden observar los resultados



(a)



(b)

Fig. 5. (a) Resultados obtenidos por obstaguía para el ejemplo presentado para valores de λ/a de 0.2, 0.3, 0.4 y 0.5 (b) Resultados obtenidos por Markuwitz (pag 259) de [2].

obtenidos por el software aquí presentado para tres valores distintos de λ/a , de 0.2, 0.3 y 0.4 respectivamente. En la figura 5 (b) se ha reproducido la gráfica original de Markuwitz [2] en la (pag 259) para los mismos valores de λ/a . Como puede observarse la concordancia entre ambas gráficas es más que evidente.

Respecto al tiempo de cómputo es menester señalar que en un ordenador clónico Intel P-IV dual-core a 2.4 GHz, 2Gb de RAM y sistema operativo Windows XP, no se supera más de 2s en el peor caso que haya que utilizar la rutina de cálculo de integrales elípticas con optimización del parámetro x/a incluida.

IV. CONCLUSIONES

Se ha desarrollado una herramienta fiable, potente, versátil y de fácil utilización con la cual el alumno puede efectuar simulaciones de obstáculos en guía de onda rectangular de forma sencilla. La aplicación selecciona de forma adecuada el modelo según la nomenclatura de la EIA para de guía de onda rectangular en función de la frecuencia de trabajo, con lo cual se fijan las dimensiones máximas de anchura y altura de guía automáticamente.

Con la incorporación de rutinas de exportación tanto en formato gráfico y numérico se asegura la portabilidad de las medidas los simuladores comerciales. La herramienta disminuye el periodo de aprendizaje de los circuitos de microondas en guía de onda por parte de los alumnos debido a su facilidad de manejo y a su ayuda on-line.

El software aquí presentado ha sido utilizado en la depuración y desarrollo de las bibliotecas de obstáculos en guía de onda en código Verilog-A que nuestro grupo está desarrollando conjuntamente con personal del departamento de Teoría de la señal y comunicaciones de la Universidad de Alcalá de Henares. Los resultados obtenidos en simuladores comerciales como Agilent ADS y Agilent Genesys serán tema de futuras comunicaciones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento por el soporte proporcionado para el presente trabajo al Ministerio de Ciencia e Innovación del gobierno de España a través del proyecto TEC2008-06684-C03-01.

REFERENCIAS

- [1] J.M. Zamanillo, C. Pérez Vega, I. Castillo "Análisis de Obstáculos en Guía de Onda Rectangular bajo MATLAB para aplicaciones Docentes". XX Simposium Nacional de la URSI, Gandía 2005.
- [2] N. Markuwitz, "Waveguide Handbook", IEE electromagnetic waves series, no. 21, Peter Peregrinus editor, London 1986.
- [3] Robert E. Collin, "Foundations for Microwave Engineering", 2ª Ed. Mc Graw-Hill International Editions, 1992.
- [4] K. C. Gupta, "Microondas", Editorial Limusa, 1983.
- [5] M. A. Rizzi. "Microwave Engineering. Passive Circuits". Prentice Hall, Englewood Cliffs. Edición 1987.
- [6] J.M. Zamanillo, P.L. Lopez-Espi, I. Zamanillo, R. Torres, A. Mediavilla y C. Perez-Vega "Modelado de dispositivos activos de microondas utilizando código Verilog-A". Revista Española de Electrónica. Nº 649, pp. 58-60. Diciembre 2008. ISSN: 0482-6396.

- [7] J.M. Zamanillo, I. Zamanillo, J. Campelo, A. Mediavilla, C. Perez-Vega, P.L. Lopez-Espi, R. Torres. "The versatility of verilog-A based models on commercial microwave simulators". IEEE Workshop on Integrated Nonlinear Microwave and Millimetre-Wave Circuits. INMMIC 2008, Malaga 24-25 Nov. 2008. Libro de actas, pp 153 – 156. ISBN: 978-1-4244-2645-4. DOI: 10.1109/INMMIC.2008.4745740.
- [8] R. García, P. L. López, R. Sánchez, J. M. Zamanillo, I. Zamanillo, J. A. Martínez, J. Alpuente. "Modelado de componentes pasivos en guía de onda con Verilog-A". XXIV Simposium nacional de la unión científica internacional de Radio URSI 2009, CD-ROM de actas, Santander Sep. 2009. ISBN: 978-84-8102-550-7.
- [9] "Ingeniería de Microondas. Técnicas Experimentales", J.M. Miranda, J.L. Sebastián, M. Sierra, J. Margineda. Pearson Education, Madrid 2002.
- [10] "Principles of Microwave Circuits", Edited by C.G. Montgomery, R.H. Dicke and E.M. Purcell. IEE electromagnetic waves series, no. 25, Peter Peregrinus editor, 1987. ISBN: 0863411002.
- [11] "Handbook of mathematical functions: with formulas, graphs, and mathematical tables", Edited by M. Abramowitz, Irene A. Stegun. Dover Publications (June 1, 1974)
- [12] S. Nakamura, "Análisis numérico y visualización gráfica con MATLAB", Prentice-Hall Hispanoamericana, México. 1997.
- [13] <http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/ref/ellipse.html>
- [14] <http://www.eia.org/>.



J.M. Zamanillo Sainz de la Maza Nació en Madrid, España, en 1963. Recibió el título de Licenciado en Ciencias Físicas en la especialidad de Electrónica por la Universidad de Cantabria, en 1988. Desde entonces ha estado trabajando, primero en el Departamento de Electrónica y actualmente en el Departamento Ingeniería de Comunicaciones (DICOM), ambos pertenecientes a la Universidad de Cantabria, dedicado a tareas docentes como profesor y realizando labores de investigación. Obtuvo su título de Doctor en 1996. Sus áreas de

investigación incluyen el modelado lineal y no lineal de dispositivos de RF y microondas, así como el modelado de los canales de propagación y la aplicación de las TICs en la docencia de la Ingeniería. Ha participado activamente en diversos proyectos europeos ESPRIT y nacionales CICYT-TEC así como en proyectos con empresas españolas y europeas. Desde 1990 hasta 1999 fue profesor asociado de la Universidad de Cantabria, y desde Octubre de 1999 hasta febrero de 2003 ocupó una plaza de profesor a tiempo completo en la misma Universidad. Desde Febrero de 2003 es profesor Titular de Universidad en la UC, impartiendo docencia en el grado y posgrado de Ingeniería de Telecomunicación. Además, imparte cursos con regularidad sobre tecnologías multimedia y e-learning en el CeFONT (Centro de Formación de Nuevas Tecnologías) de la Universidad de Cantabria dirigidos al profesorado universitario, así como cursos de extensión universitaria en el Aula de Imagen y Sonido de la Universidad de Cantabria. Desde enero de 2004 a enero de 2008 ha sido Director de los Cursos de Verano de la Universidad de Cantabria en Laredo. Desde enero de 2008 es Director del Aula de Imagen y sonido de la Universidad de Cantabria, y simultanea las tareas de gestión propias del cargo con la docencia y la investigación. Es miembro de la sociedad IEEE desde 2003 y revisor de varias revistas de dicha sociedad y de numerosos congresos científicos. Ha publicado un libro de televisión, y otro de sistemas de de telecomunicación, varios capítulos de libros sobre dispositivos de microondas y numerosos artículos científicos en revistas internacionales y congresos nacionales e internacionales.



Isabel Zamanillo Sainz de la Maza Obtuvo la Licenciatura en Ciencias Físicas, especialidad en Electrónica y el Máster Interuniversitario de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en Redes Móviles (TICRM) por la Universidad de

Cantabria (UC) en 2008 y 2009, respectivamente. Durante 2003 y 2004 trabajó como becaria en el Aula de Imagen y Sonido de la UC y de 2005 a 2008 participó en varios proyectos de investigación en el departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM) de la UC. En 2009 se incorpora al departamento de Tecnología Electrónica e Ingeniería de Sistemas y Automática (TEISA) de la Universidad de Cantabria, como profesor ayudante. Actualmente está realizando su tesis doctoral: Metodología para el desarrollo de nuevas técnicas y algoritmos utilizables en el reconocimiento inteligente de imágenes submarinas. Entre sus temas científicos de interés figura el procesado y reconocimiento de imágenes, la visión artificial, el sónar de barrido lateral y los sistemas de navegación de los ROV's (Remote Operated Vehicles).



Constantino Pérez-Vega Nació en Campo de Caso, Asturias, en 1942. Es Ingeniero de Comunicaciones y Electrónica por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional, México (1963) e Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid (1970), así como Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Cantabria (1997). Realizó diversos cursos de postgrado en

electrónica Eindhoven, Holanda (1965-66), de física nuclear en la Escuela Superior de Física y Matemáticas (IPN, México, 1967) y en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (IPN, México, 1967-68). Ha ejercido la ingeniería desde 1960, siendo subdirector general de transmisión en la Dirección General de Radio, Televisión y Cinematografía del gobierno Mexicano (1972-83) y subdirector de producción y programación del Canal 11 de TV del Instituto Politécnico nacional de México en 1979, entre otros cargos de relevancia. Paralelamente, se ha dedicado a la docencia desde 1966, primero en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y en la Universidad Anáhuac en México y, desde 1989, en la Universidad de Cantabria, en el Departamento de Ingeniería de Comunicaciones (DICOM). En el periodo 1998-2003 ha sido Director del Aula de Imagen y Sonido de la Universidad de Cantabria. Actualmente es Catedrático de Escuela Universitaria en la Universidad de Cantabria, siendo responsable de las asignaturas de Sistemas de Telecomunicación y Televisión entre otras. Ha publicado un libro de televisión, y otro de sistemas de de telecomunicación, varios capítulos de libros sobre dispositivos de microondas y numerosos artículos científicos en revistas internacionales y congresos nacionales e internacionales.



Angel Mediavilla Sánchez Nació en Santander, España, en 1955. Se graduó (con honores) en 1978 y recibió el título de Doctor en Física por la Universidad de Cantabria, Cantabria, España, en 1984. De 1980 a 1983, Ingenieur Stagiere de Thomson-CSF, Corbeville, Francia. En la actualidad es Catedrático de Universidad y jefe del Departamento de Ingeniería de Comunicaciones de la Universidad de Cantabria, y simultanea las tareas de gestión propias del cargo con la docencia y la

investigación. Tiene una amplia experiencia en el análisis y la optimización no lineal de los dispositivos de activos de microondas tanto la tecnología híbrida como en tecnología monolítica. Ha participado en numerosos proyectos españoles y europeos sobre modelado lineal y no lineal de dispositivos de microondas, ondas milimétricas, circuitos de comunicación y los sistemas de guía de onda. Actualmente está trabajando en el área de modelado no lineal y las propiedades de intermodulación de dispositivos MESFET / HEMT y HBT, así como el modelado y diseño circuitos pasivos en guía de onda. Ha publicado, varios capítulos de libros sobre dispositivos de microondas y numerosos artículos científicos en revistas internacionales y congresos nacionales e internacionales.

Capítulo 13

Software Educativo en Procesadores de Lenguajes: del Enfoque Genérico al Enfoque Centrado en el Estudiante

Francisco J. Almeida Martínez, *Member, IEEE*, Jaime Urquiza Fuentes y J. Ángel Velázquez Iturbide, *Member, IEEE*

Title—Educational Software for Language Processors: from the Generic Approach to the Student Centered Approach.

Abstract— Teaching subjects as Language Processors or Compilers have been supported by professional and educational tools, usually visualization based tools. Both lack a generic approach because, either they only deal with some specific concepts of the subjects or they are totally dependent from a professional tool. In this chapter we describe VAST, a visualization based educational tool that tries to cover the previously mentioned faults. After evaluating the first version of VAST we have detected the lack of a student centered approach, mainly caused by the generic approach. We propose two integrations to convert the original generic approach into a more student centered approach. Once we have evaluated the integration, we conclude that VAST has the same generalization capabilities and improves some aspects respect to the students: ease of use, learning support, student's satisfaction and quality.

Keywords— Compilers, Visualization, Educational technology

Abstract—La enseñanza de asignaturas como Procesadores de Lenguajes o Compiladores se ha visto apoyada por herramientas profesionales y educativas, principalmente basadas en tecnologías de visualización. Ambas carecen de un enfoque genérico, ya que o tratan parcialmente algunos conceptos de las asignaturas o son totalmente dependientes de alguna herramienta

Este trabajo fue presentado originalmente al IX Simposio Internacional de Informática Educativa SIIIE 2009.

Francisco J. Almeida Martínez pertenece al Laboratorio de Tecnologías de la Información en la Educación (LITE) de la Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles (Madrid) España (e-mail: francisco.almeida@urjc.es).

Jaime Urquiza Fuentes pertenece al Laboratorio de Tecnologías de la Información en la Educación (LITE) de la Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles (Madrid) España (e-mail: jaime.urquiza@urjc.es).

J. Ángel Velázquez Iturbide pertenece al Laboratorio de Tecnologías de la Información en la Educación (LITE) de la Universidad Rey Juan Carlos, C/Tulipán s/n, 28933 Móstoles (Madrid) España (e-mail: angel.velazquez@urjc.es).

profesional. En esta comunicación describimos VAST, una herramienta educativa de visualización que trata de cubrir las carencias antes mencionadas. Tras evaluarla, hemos detectado una falta de enfoque centrado en el estudiante, provocado por el requisito de generalidad. A continuación proponemos dos integraciones que acercan el enfoque genérico original a un enfoque más centrado en el estudiante. Tras evaluar la integración concluimos que la nueva versión de VAST tiene la misma capacidad de generalización mejorando respecto de los estudiantes la facilidad de uso, la ayuda al aprendizaje, la satisfacción y la calidad.

Keywords— Compiladores, Visualización, Informática educativa

I. INTRODUCCIÓN

EL enfoque centrado en el estudiante toma en cuenta las necesidades del alumno para el aprendizaje. La visualización de software con fines educativos dedica todavía hoy muchos esfuerzos a buscar de qué forma las visualizaciones mejoran el aprendizaje de los alumnos. Además, no hay que olvidar que el software utilizado debe adaptarse también a las necesidades de los profesores. El grupo trabajo de visualización de algoritmos [1] identificó varias razones por las que los profesores no las usaban, a pesar de que los propios profesores reconocían que les parecían interesantes. Por lo tanto, no sirve de nada un software educativo que un profesor no quiera usar, o bien que se usa pero no aporta nada a los estudiantes.

Asignaturas como *Procesadores de lenguajes* o *Compiladores* son tradicionalmente complejas para los estudiantes, siendo un campo donde el software educativo tiene mucho que aportar. Sin embargo, el software utilizado a la hora de impartir estas asignaturas no siempre es software educativo, pues también se utiliza software profesional como generadores de analizadores.

El uso de software profesional, como la pareja ampliamente

conocida *lex-yacc* [2], implica que los alumnos deban aprender a utilizar un software que no está diseñado para el aprendizaje. En el caso de la fase de análisis léxico, existe una relación cercana entre la teoría y las herramientas utilizadas. Sin embargo, en la fase de análisis sintáctico, no se mantiene esta relación. Existen conceptos teóricos mostrados en este tipo de herramientas pero que requieren de un experto para su interpretación (tablas acción-ir_a), otros, simplemente no se ofrecen (árbol sintáctico, pila, ...).

En el caso del software educativo, se ofrecen soluciones o bien con un mayor enfoque teórico o bien particulares y dependientes de una herramienta profesional asociada. Una herramienta representativa del primer grupo es JFLAP [3]. Este tipo de herramientas se caracterizan porque animan algún aspecto como la construcción de tablas, el reconocimiento de la cadena de entrada o la generación del árbol sintáctico. Sin embargo, ninguna permite que los alumnos construyan sus propios analizadores. En el segundo grupo de herramientas podemos distinguir dos tipos diferentes. Por un lado, aquellas que tienen un enfoque práctico pero no generan analizadores. Algunos ejemplos de este tipo son ICOMP[4], VISICLANG[5], y APA[6]. Por otro lado, están aquellas herramientas que sí permiten generar analizadores, por ejemplo GYACC[7], CUPV[8], LISA[9] y ANTLRworks¹. El problema de estas herramientas es que dependen de una herramienta de generación en particular, en el caso de ANTLRworks, ANTLR², visualizando determinadas partes del proceso de compilación. Si un profesor quiere visualizar otro aspecto del proceso, deberá cambiar de herramienta de visualización y por lo tanto de herramienta de generación. A su vez, los alumnos deberán cambiar también ambas herramientas y dedicar tiempo y esfuerzo al aprendizaje de la nueva sintaxis y manejo de las herramientas.

En este contexto, una primera solución consistiría en realizar una herramienta educativa que use las características de las herramientas profesionales. Usando un enfoque genérico, se podría crear una herramienta que genere visualizaciones educativas independientemente de la herramienta profesional utilizada. Siguiendo este enfoque hemos desarrollado VAST³, una herramienta educativa que visualiza diferentes aspectos del proceso de compilación, independientemente de la herramienta de generación utilizada.

El resto de la comunicación se estructura como sigue. En la sección 1 describimos las ideas principales de diseño de VAST. A continuación, en las secciones 2 y 3 detallamos cómo usamos el enfoque centrado en la docencia para hacer una herramienta genérica. En la sección 4 describimos la evaluación de este enfoque. En la sección 5 explicamos el rediseño para acercarnos más hacia un enfoque centrado en el estudiante así como su evaluación. Finalmente, en las secciones 6 y 7 exponemos nuestras conclusiones así como las líneas de trabajo futuro.

¹ <http://www.antlr.org/works>

² <http://www.antlr.org>

³ <http://www.lite.etsii.urjc.es/vast>

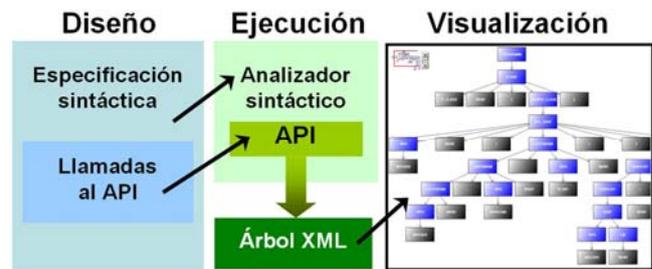


Fig. 1. Esquema de funcionamiento de VAST.

II. VAST, DISEÑO Y UTILIZACIÓN

VAST es un software educativo que se centra en la visualización del árbol sintáctico y su proceso de construcción. Hemos diseñado VAST para utilizarlo en asignaturas como *Procesadores del Lenguaje* o *Compiladores*. A diferencia de otras herramientas de visualización en este campo, VAST trata de apoyar la docencia sobre procesamiento de lenguajes y la utilización de software profesional del campo con un enfoque genérico.

La genericidad, desde el punto de vista del software profesional, permite el uso de las distintas herramientas existentes durante el curso. Desde el punto de vista del profesor y los estudiantes, el enfoque genérico supone utilizar la misma interfaz –representación gráfica y manipulación– para el árbol sintáctico, independientemente de la herramienta profesional utilizada.

Hemos implementado este enfoque genérico utilizando dos niveles de independencia, ver Fig. 1. Por un lado separamos la interfaz de visualización del árbol sintáctico, llamada VASTview, de la generación de los datos a visualizar utilizando una representación intermedia de los mismos. Por otro lado, hemos desarrollado una API, llamada VASTapi, que permite generar esos datos independientemente de la herramienta profesional utilizada para construir el procesador.

En concreto, VASTapi se encarga de unir herramientas de generación, como JFLEX y CUP, con la interfaz de visualización. Hemos centrado nuestros esfuerzos en lograr que la interfaz que ofrezca VASTapi sea lo más sencilla posible. La función de VASTapi es interpretar las acciones de los generadores (reducción/derivación) y crear una representación intermedia del árbol sintáctico en formato xml. Esta representación tiene información sobre los lexemas procesados y su localización en la cadena de entrada. Para que VASTapi genere esta representación es necesario modificar la especificación del analizador definido, este proceso se denomina anotación de la especificación.

VASTview es la parte responsable de visualizar la representación intermedia (en xml) del árbol sintáctico. VASTview ofrece distintas vistas: la pila, la cadena de entrada, así como una vista global y otra detallada del árbol sintáctico sobre las que se puede hacer zoom y resumen/expansión de ramas. También permite reproducir el proceso de construcción del árbol en los dos sentidos, así

como utilizar distintas distribuciones (horizontal, vertical y flotante) para aprovechar de la mejor manera posible el espacio de trabajo.

VAST puede observarse desde dos perspectivas; desde el punto de vista del profesor o del alumno. Para el profesor VAST permite unificar las vistas deseadas en una única herramienta. Además, en caso de cambiar de herramienta de generación no será necesario cambiar de herramienta de visualización, con las ventajas que ello ocasiona en tiempo y esfuerzo de aprendizaje. Desde el punto de vista del estudiante, VAST, evita tener que aprender nuevas especificaciones y sintaxis para visualizar algún aspecto determinado del proceso. La Fig. 1 también se muestra el esquema de trabajo con VAST.

III. ENFOQUE GENÉRICO CON VASTAPI

La versión actual de VAST es compatible con analizadores LL y LR. Para ello, VASTapi debe incorporar los métodos necesarios que permitan trabajar con ambos tipos de analizadores. Teniendo en cuenta que la facilidad de uso es un aspecto primordial, VASTapi ofrece dos objetos, *xmlIntermiddleLR* y *xmlIntermiddleLL* que tienen la misma interfaz, aunque su funcionamiento es diferente.

El proceso de anotación que permite el funcionamiento de VAST, se divide en, anotación léxica y anotación sintáctica. La anotación léxica se requiere para mantener la sincronización con la cadena de entrada. La anotación sintáctica, es necesaria para mantener la información sobre qué derivación/reducción ha tenido lugar.

La anotación de la especificación léxica depende de cómo se comuniquen el analizador léxico y sintáctico. Se ha observado que dependiendo de la herramienta utilizada esta comunicación se realiza de manera diferente. Por ello, se ha optado por una solución dependiente de la pareja de herramientas utilizada. En el caso de JFLEX y CUP, se ha creado un símbolo intermedio llamado *vastCUP_FLEX_Symbol* que incluye la información requerida por VAST. En el caso de otros analizadores como ANTLR no es necesaria la creación de este símbolo intermedio.

La anotación de la especificación sintáctica se realizará de forma semejante para analizadores LR como LL, simplemente habrá que distinguir entre el uso de un objeto u otro. En el caso de los analizadores LR, se deberán añadir acciones semánticas del tipo *objLR.addProduction("antecedente", "consecuente")* al final de la regla en cuestión. Para los analizadores LL, se deben añadir llamadas del tipo *objLL.addProduction("antecedente", "consecuente")* antes de aplicar la derivación. Sólo se distingue un caso especial, la raíz del árbol sintáctico (axioma de la gramática). En este caso, debe utilizarse el método *setRoot* que fija la raíz del árbol. Además, en este punto se debe invocar también al método *printXMLFile* que generará la representación intermedia del árbol sintáctico.

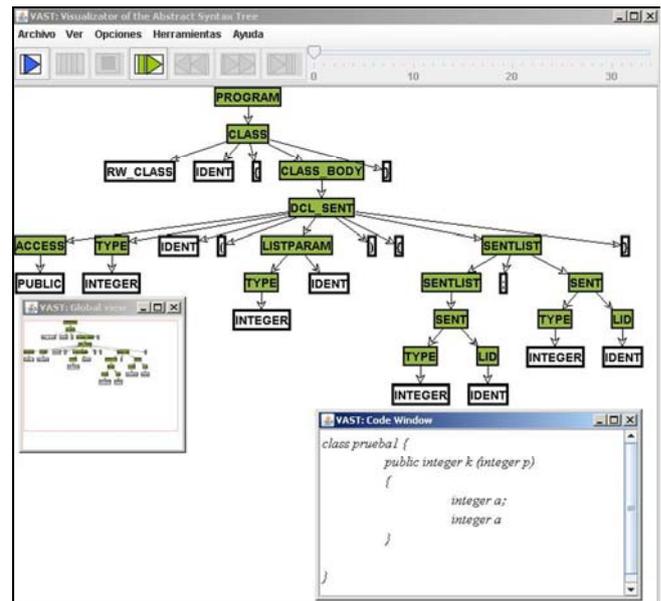


Fig. 2. vistas del árbol sintáctico completo, su vista global y la cadena de entrada

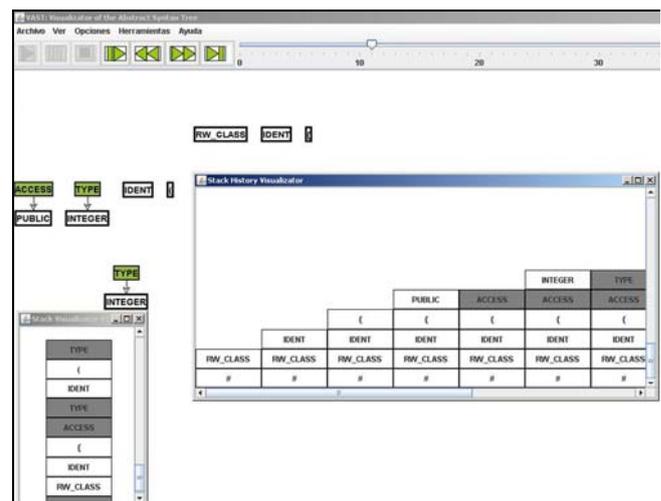


Fig. 3. Vistas de un árbol sintáctico parcialmente construido, la pila y su histórico.

IV. ENFOQUE GENÉRICO CON VASTVIEW

VASTview permite visualizar el árbol sintáctico resultante de procesar una cadena de entrada a partir de su representación intermedia. Tanto la representación gráfica como la interfaz de VASTview son iguales, independientemente del analizador que la haya generado, puesto que toda la información necesaria se encuentra en la representación intermedia.

A continuación explicamos brevemente las posibilidades de visualización del análisis sintáctico con VASTview, ver Fig. 2 y 3. Debido al tamaño que pueden alcanzar los árboles sintácticos, VASTview proporciona una vista global y una vista detallada.

También hemos incorporado la posibilidad de hacer zoom sobre una determinada parte del árbol, ya que en ocasiones el usuario necesitará fijar su atención sobre una parte determinada. Además, permitimos el resumen/expansión de ramas del árbol, pues a veces no es necesario visualizar todo el contenido del árbol. También hemos incluido opciones de configuración que permiten cambiar la apariencia visual de VASTview.

Aparte de mostrar el árbol sintáctico, VASTview muestra el contenido de la pila y la cadena de entrada. Durante el proceso de reproducción, todas las vistas se encuentran sincronizadas, es decir, en la pila se muestran los nodos que faltan por reducir/derivar. Asimismo, la cadena de entrada distingue la parte que se ha procesado y lo que queda por procesar.

Por último, VASTview proporciona tres distribuciones diferentes que permiten colocar las diferentes vistas dependiendo de las características del árbol visualizado. Distinguimos principalmente entre árboles verticales y horizontales. Para los árboles que no puedan ser clasificados claramente como horizontales o verticales, VASTview proporciona una distribución flotante, que permite al usuario distribuir los paneles como mejor se adapte a sus necesidades.

V. EVALUACION DEL ENFOQUE GENÉRICO

En esta sección describimos la evaluación de usabilidad y eficacia educativa realizada a VAST y su enfoque genérico. A partir de esta evaluación se cambia el enfoque del desarrollo de VAST centrándose en el estudiante. Para una descripción más detallada del experimento véanse [10][11].

En primer lugar describimos la evaluación, a continuación las observaciones de los profesores y finalmente los resultados obtenidos y las conclusiones de esta evaluación.

A. Descripción de la evaluación

1) Diseño de la evaluación y participantes

Diseñamos la evaluación como un experimento controlado más un estudio de observación. Se trata de una evaluación controlada porque se dividió en dos grupos: el grupo de tratamiento que trabajaba con VAST+ANTLR y el grupo de control trabajaba con ANTLRworks. El diseño de los grupos fue parcialmente aleatorio. Ambos se crearon de la forma más equilibrada posible utilizando los resultados de un pre test. En función de las puntuaciones del pre test se agrupaban los alumnos en distintos grupos. Luego, dentro de cada grupo se decidía aleatoriamente si el alumno correspondía al grupo de control o de tratamiento. Las variables dependientes permitieron obtener información acerca de cuatro aspectos diferentes: facilidad de uso, mejora del aprendizaje, calidad de la herramienta y satisfacción del estudiante.

Participaron un total de 59 estudiantes de la asignatura Procesadores de Lenguajes de la Universidad Rey Juan Carlos. La participación fue casi voluntaria, ya que se incentivó en un 2% sobre la nota final, siempre que se aprobara el examen de la asignatura. La distribución por

géneros no estaba equilibrada, pues sólo el 5,4% (3/59) de los estudiantes eran mujeres.

2) Tareas y protocolo

Todas las tareas realizadas por los alumnos debían utilizar visualizaciones y explicaciones textuales para justificar sus respuestas a los ejercicios. Se plantearon tres ejercicios sobre análisis LL(1). En el primero, los alumnos debían cambiar las precedencias de los operadores de una gramática para expresiones aritméticas. En el segundo, debían generar dos cadenas de entrada con errores sintácticos producidos por: los símbolos directores y los terminales esperados en el consecuente de una regla sintáctica. Por último, en el tercer ejercicio, se preguntaba sobre distintas situaciones de recuperación de errores en modo pánico.

Dividimos la evaluación en tres sesiones. Dos semanas antes del experimento realizamos un pre test. Con los resultados del pre test creamos los grupos de control y tratamiento. Como VAST necesita un generador de parsers, una semana antes de la evaluación impartimos una sesión de introducción sobre ANTLR. De esta forma nos aseguramos que todos los alumnos tuvieran los mismos conocimientos sobre ANTLR.

La sesión experimental tuvo una duración de 2 horas. En primer lugar los profesores impartían en cada grupo un tutorial sobre la herramienta de visualización a utilizar, VAST o ANTLRworks. A continuación, los alumnos debían realizar los ejercicios propuestos en el guión. Al final de la sesión, se pedía que rellenaran un cuestionario de opinión sobre la herramienta que habían estado usando. Para la entrega de los ejercicios propuestos, los alumnos contaban con un día adicional para documentar sus soluciones.

B. Observaciones

Durante la evaluación los profesores observaban cómo trabajaban los alumnos con las herramientas, detectaban errores, si tenían dificultades en el manejo y qué funcionalidades utilizaban.

A los estudiantes del grupo de control les gustaba el editor de ANTLRWorks y su capacidad para diferenciar gráficamente entre las reglas léxicas y sintácticas. Para visualizar la construcción del árbol sintáctico, ANTLRworks utiliza el depurador, sin embargo, éste requiere que un determinado puerto de comunicaciones esté libre. Debido a la configuración de los ordenadores del laboratorio, este puerto no estaba disponible en algunas máquinas. El problema real, deriva en que se trata de un puerto estático y no puede cambiarse. En consecuencia algunos alumnos se cambiaron de puesto o simplemente no podían probar esta funcionalidad.

En el grupo de tratamiento, los alumnos debían utilizar un editor de texto genérico para editar y anotar la especificación léxico/sintáctica con llamadas a VASTapi. Por último, los alumnos usaron dos maneras diferentes para compilar/ejecutar el parser anotado y generado, algunos utilizaban *javac/java* desde la consola y otros *Eclipse*. A los estudiantes les gustaba las animaciones generadas por VAST, (prestaban especial

atención al proceso de construcción del árbol sintáctico), además algunos experimentaban con nuevas configuraciones gráficas del árbol sintáctico. Detectamos un pequeño error en el algoritmo de dibujo del árbol sintáctico. Durante la evaluación, los alumnos encontraron importantes problemas en la compilación. Desafortunadamente, el *jdk* instalado en los laboratorios era una versión previa a la requerida por VAST, por lo tanto las llamadas a VASTapi no se compilaban correctamente. La solución de este problema fue muy difícil ya que la última versión del *jdk* no se encontraba especificada correctamente en la variable PATH. Por esta razón, algunos estudiantes decidieron utilizar Eclipse. Otro problema observado por los profesores fue el número de ventanas abiertas de manera simultánea: el editor, la consola, la ventana de compilación y VASTview, aunque los estudiantes no encontraban que esto fuera un problema crítico.

C. Resultados del experimento

Los problemas mencionados anteriormente dificultaron que algunos alumnos completaran los ejercicios y en definitiva completaran el cuestionario. El número total de alumnos que respondieron al cuestionario fue de 48, 22 en el grupo de tratamiento y 26 en el grupo de control.

Referente a la facilidad de uso, pedimos a los alumnos que identificaran aquellas partes de las herramientas que les resultaban difíciles de utilizar. El grupo de tratamiento identificó problemas con la compilación, mientras que el grupo de control destacó el depurador y los mensajes de error que lanzaba la herramienta.

En cuanto a la calidad, ambos grupos destacaban las visualizaciones del árbol sintáctico. Además, el grupo de tratamiento destacó el proceso de construcción del árbol sintáctico como algo positivo, mientras que el grupo de control destacó el editor de la gramática. Las partes que peor calidad tenían según los alumnos fueron, en el grupo de tratamiento los problemas del classpath (debido al *jdk*) y en el grupo de control el depurador (ya que algunos no pudieron usarlo).

Los resultados en cuanto a la mejora del aprendizaje fueron similares exceptuando a la pila, donde, según la opinión de los estudiantes VAST ayudaba más que ANTLRWorks, probablemente debido a los problemas con el depurador de ANTLRWorks.

Finalmente, en cuanto a la satisfacción de los estudiantes, el cuestionario incluía preguntas sobre qué se añadiría a la herramienta. El grupo de tratamiento identificó una integración de las diferentes herramientas utilizadas (editor, consola, generador del parser, ejecución del parser y visualización) y la capacidad de cambiar el tamaño de la ventana de VASTview. El grupo de control identificó la sincronización entre el editor de la gramática y los mensajes de error de la herramienta.

Finalmente, en cuanto a la satisfacción de los estudiantes, el cuestionario incluía preguntas sobre qué se añadiría a la herramienta. El grupo de tratamiento identificó una

integración de las diferentes herramientas utilizadas (editor, consola, generador del parser, ejecución del parser y visualización) y la capacidad de cambiar el tamaño de la ventana de VASTview. El grupo de control identificó la sincronización entre el editor de la gramática y los mensajes de error de la herramienta.

Para los aspectos positivos de las herramientas se destacó lo siguiente. El grupo de tratamiento identificó la visualización del árbol sintáctico y su proceso de construcción junto con la facilidad de uso de VASTapi. El grupo de control señaló el editor de la gramática y la independencia de plataforma. En cuanto a los aspectos negativos de las herramientas, en el grupo de tratamiento mencionaron de nuevo la imposibilidad de cambiar el tamaño de la ventana de VASTview y el proceso de compilación. En el grupo de control, claramente se señaló al depurador como aspecto más negativo.

En resumen, en el caso de VASTview los resultados han sido satisfactorios, además se observó que las animaciones generadas por la herramienta tenían mucha aceptación entre los alumnos. ANTLRworks obtuvo resultados similares. Sin embargo, la opinión sobre VASTapi resultó confusa. Por un lado, los estudiantes piensan que la API es bastante sencilla. Por otro lado, las puntuaciones de satisfacción del alumno fueron menores que las de VASTview y ANTLRworks.

Como conclusión de la evaluación consideramos que es necesario rediseñar el proceso a través del cual los alumnos crean las visualizaciones con VAST. Varios de los comentarios hacen referencia a este proceso y creemos que su complejidad favorece la aparición de algunos de los problemas más importantes detectados durante la evaluación. En la siguiente sección describimos el nuevo diseño y su evaluación.

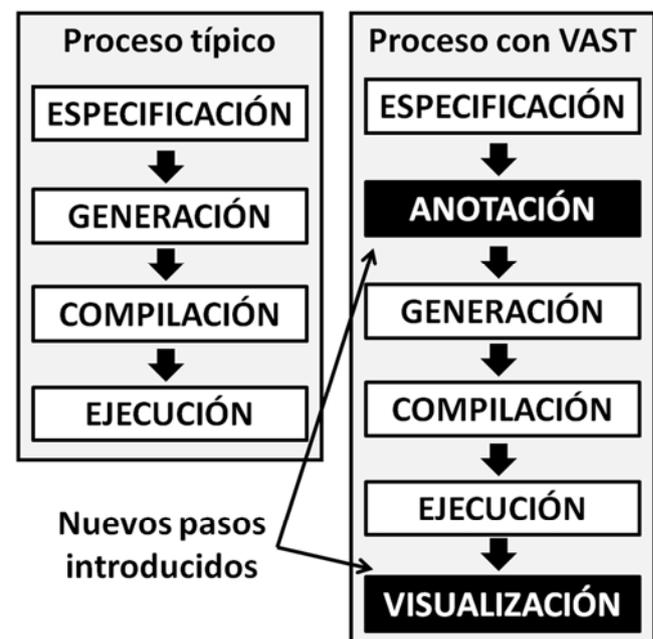


Fig 4. Diferencia entre el proceso típico de construcción de compiladores (a la izquierda) y el proceso de construcción con VAST (a la derecha)

VI. REDISEÑO CENTRADO EN EL ESTUDIANTE

En la evaluación realizada anteriormente se observó que el proceso de obtener las visualizaciones con VAST no se adaptaba al proceso típico de construcción de compiladores, pues introducía varias etapas intermedias haciéndolo más proclive a errores de los estudiantes (véase Fig. 4). Por ello, hemos planteado una integración global compuesta de dos integraciones funcionales que adapte el proceso de visualización a la manera real de construcción de compiladores. A continuación, en esta sección describimos la integración diseñada así como su evaluación.

A. Diseño de la integración

Hemos diferenciado dos tareas durante el desarrollo de un analizador: la construcción y la ejecución. Así la integración

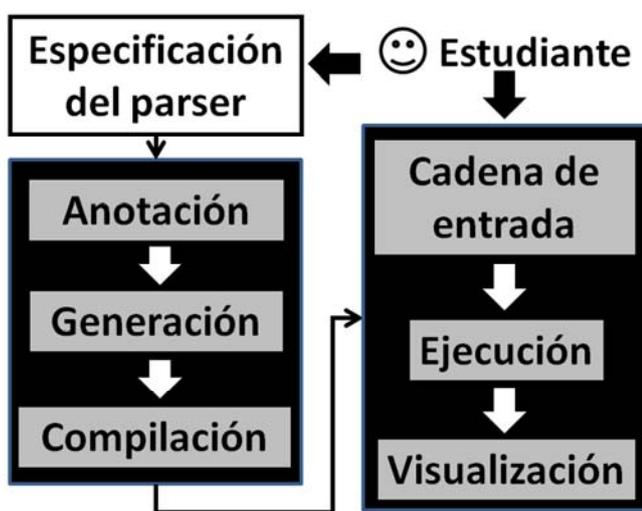


Fig 5. Esquema de la integración global. Ahora el estudiante sólo debe editar la especificación y la cadena de entrada para probar su analizador. La anotación es automática y la generación y compilación se hacen desde la misma interfaz. La edición de la cadena de entrada, la ejecución del analizador y la visualización se hacen desde la misma interfaz.

global debe permitir, por una lado anotar, generar y compilar una determinada especificación –la construcción del analizador visualizable con VAST- Y por otro, editar la cadena de entrada y seleccionar el analizador a ejecutar para crear la visualización –la ejecución del analizador y la visualización de su comportamiento-. En la Fig. 5 se muestra un esquema del diseño de las dos integraciones funcionales. Con estas integraciones, a partir de una especificación y una cadena de entrada se creará la visualización y animación correspondiente.

1) Integración del proceso de anotación-generación-compilación

Esta integración persigue aglutinar las fases previas a la compilación del analizador generado. Así, dada una especificación determinada, la anotación se realizará de forma transparente al usuario y la generación y compilación del analizador se hará desde la misma interfaz.

Para hacer transparente el proceso de anotación hay que

automatizarlo. Técnicamente esto es sencillo, pero hay que construir anotadores automáticos para cada generador de analizadores, perdiendo en cierto modo el enfoque genérico original. Desde el punto de vista del estudiante, hacer que la anotación sea transparente es más importante que perder generalidad. Desde el punto de vista del profesor, el enfoque genérico se sigue manteniendo, porque si no hay anotador automático disponible siempre se podrá realizar la anotación de forma manual.

2) Integración del proceso ejecución-visualización

Esta integración persigue aglutinar las tareas de ejecución del analizador y la visualización de su comportamiento. El objetivo principal es permitir desde la propia interfaz de VASTview la edición de la cadena de entrada y la visualización del proceso.

La cadena de entrada se puede editar directamente o cargar desde un fichero. Finalmente, para conseguir agrupar todos los casos posibles también contemplamos la posibilidad de cambiar el analizador utilizado, de forma que el usuario podrá ejecutar un analizador previamente construido sin abandonar la interfaz de VASTview.

B. Evaluación de la integración de ejecución-visualización

Actualmente, la integración del proceso de anotación-generación-compilación está parcialmente desarrollada. En esta sección describimos la evaluación de la integración del proceso de ejecución-visualización.

1) Diseño de la evaluación, participantes, tareas y protocolo

Diseñamos la evaluación como un experimento de usabilidad más un estudio de observación. Participaron un total de 5 alumnos de la asignatura Compiladores e Intérpretes de la Universidad Rey Juan Carlos. La participación fue casi voluntaria, ya que se incentivó en un 3% sobre la nota final, siempre que se aprobara el examen. La distribución por géneros no estaba equilibrada pues sólo el 20% (1/5) de los alumnos eran mujeres.

La evaluación consistió en la realización de dos ejercicios de prácticas en los que los alumnos tenían que anotar las especificaciones, generar el parser y ejecutarlo utilizando la nueva integración funcional de *ejecución-visualización* de VASTview.

Una semana antes de la evaluación se impartió una clase de presentación e introducción a VAST de una duración de 30 minutos aproximadamente, el resto de la sesión se dedicó a que los alumnos trabajaran con los ejercicios de clase.

El experimento tuvo una duración de 2 horas, durante las cuales los alumnos podían consultar el manual de VAST. Al final de la sesión se pedía a los alumnos que rellenaran un cuestionario de opinión sobre la herramienta, incluyendo el uso de la nueva integración. Este cuestionario midió las siguientes variables dependientes: facilidad de uso, ayuda a la comprensión, calidad técnica y satisfacción del estudiante.

2) Observaciones y resultados

Durante la evaluación observamos que los alumnos

realizaban algunas tareas que no se planteaban en el enunciado. Algunos realizaron cambios en la representación visual del árbol sintáctico utilizando la herramienta de gestión de configuración de VASTview. Otros, mostraron mayor interés por el cambio de las distribuciones de las distintas vistas. Mayoritariamente todos preferían el uso de la vista flotante antes que la utilización de la distribución horizontal y/o vertical. Llamó la atención también el uso generalizado de la pila así como de la reproducción automática de la construcción del árbol.

En la tabla 1 mostramos un resumen de las respuestas al cuestionario de opinión tras la sesión de evaluación. La opinión general de los estudiantes es muy positiva.

La facilidad de uso de VASTapi y VASTview ha obtenido una alta puntuación, sin comentarios que indiquen alguna mejora necesaria. La ayuda a la comprensión de la construcción del árbol sintáctico, el procesamiento de la cadena de entrada y la pila está por encima del 4, también sin comentarios negativos al respecto. La calidad técnica de la herramienta también ha obtenido unos buenos resultados tanto en la valoración general como en cada una de sus partes. Los aspectos positivos más destacados por los alumnos son la visualización del árbol sintáctico, su proceso de construcción y la interfaz gráfica. Indicaron posibles mejoras en la interacción con el árbol, la ejecución de la pila y la anotación de la especificación léxica/sintáctica. Por último, la satisfacción de los estudiantes también obtiene una puntuación positiva, aunque la anotación sintáctica obtuvo un 3.8 de media. Dos alumnos coinciden en que el proceso de anotación es algo costoso y monótono, esto provoca que la satisfacción general con VASTapi disminuya algo.

En las preguntas de respuesta abierta, obtuvimos comentarios sobre aspectos positivos y negativos. Los alumnos destacaron la sencillez y facilidad de uso de VAST, el proceso de construcción del árbol sintáctico y el hecho de poder "ser utilizado por cualquier individuo que no estuviera relacionado con la materia. Como posibles mejoras los alumnos destacan la posibilidad de "exportar las animaciones" así como la anotación automática de las especificaciones léxicas/sintácticas.

Aspectos	% respuestas en[4-5]	Promedio
Facilidad de uso		
VASTapi	100%	4.8
VASTview	100%	4.75
Ayuda a la comprensión		
Construcción AS	100%	4.8
Cadena de entrada	80%	4.4
Pila	80%	4.4
Calidad técnica		
General	100%	4.6
Promedio partes	85%	4.45
Satisfacción de los estudiantes		
VASTapi	80%	4.4
VASTview	100%	4.6

Anotación del AL	100%	4.2
Anotación del AS	80%	3.8

Tabla 1. Resultados del cuestionario de opinión

Los resultados obtenidos muestran que el desarrollo de VAST sigue un proceso acorde con lo que los estudiantes demandan. En la evaluación anterior de usabilidad y eficacia educativa obtuvimos como conclusión la necesidad de una integración global compuesta de dos integraciones funcionales: *anotación-generación-compilación* y *ejecución-visualización*. Hemos evaluado satisfactoriamente la segunda integración. Además observamos que al igual que en la evaluación previa, es necesario realizar la integración que implica la *anotación-generación-compilación*.

VII. CONCLUSIONES

El enfoque centrado en el estudiante ha tenido un efecto claramente positivo. Los aspectos más negativos descubiertos en la evaluación anterior han sido corregidos. Por un lado la facilidad de uso de VASTapi (de 3,15 a 4,8). También ha mejorado la ayuda a la comprensión del: proceso de construcción del árbol sintáctico (de 4,14 a 4,8), procesamiento de la cadena de entrada (de 3,62 a 4,4) y funcionamiento de la pila (de 3,46 a 4,2). En cuanto a la calidad técnica, se ha mejorado en general (de 3.69 a 4,6). Por último, la satisfacción con VASTapi también ha mejorado (de 3,45 a 4,4). El resto de valoraciones se mantienen similares.

Aunque las dos evaluaciones no se pueden comparar formalmente a la diferencia en el número de participantes, a partir de los resultados obtenidos, sí podemos afirmar que los aspectos negativos detectados anteriormente se han corregido en cierta medida.

Como en la evaluación anterior realizada con VAST se vio la necesidad de realizar otra integración funcional, en la última

evaluación se preguntó explícitamente sobre el proceso de anotación manual. Los resultados muestran que el proceso de anotación es sencillo. El proceso de anotación de la especificación léxica obtiene una puntuación de 4,20, sin embargo, la anotación sintáctica consigue una puntuación de 3,8. Aunque ambas anotaciones son bastantes simples --fueron calificadas de monótonas por algún estudiante--, la peor puntuación de la anotación sintáctica es la cantidad de anotaciones a realizar. Así algunos estudiantes mencionaron la posibilidad de construir generadores de anotaciones para Flex y CUP.

VIII. LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO

Podemos clasificar los trabajos futuros como mejoras en: la visualización, la integración, los conceptos tratados y la independencia de plataforma. En cuanto a la visualización, preveemos añadir la especificación de la gramática, explicaciones textuales de las diversas acciones realizadas por el analizador durante su ejecución, así como la navegación avanzada a lo largo del proceso de análisis, permitiendo a los

alumnos seleccionar partes de la cadena de entrada y mostrando su correspondencia en el árbol sintáctico.

Como hemos dicho anteriormente, la integración que permitirá anotar, generar y compilar una determinada especificación se encuentra en desarrollo. Además queremos ampliar conceptualmente la herramienta en varias direcciones: hacia la traducción dirigida por la sintaxis, compatibilidad con analizadores especificados en EBNF, mejorar el proceso de visualización de la recuperación de errores sintácticos.

Finalmente planeamos mejorar la independencia de la plataforma. Hemos desarrollado VAST en Java, por lo tanto el API de visualización está escrito en Java y en conclusión el lenguaje final de generación debería ser Java. Para mejorar la independencia de la plataforma planeamos ampliar el abanico de lenguajes de generación, bien portando VASTapi a los diferentes lenguajes que queramos cubrir, bien encontrando al forma de usar APIs escritas en Java desde otros lenguajes.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha financiado con el proyecto TIN2008-04103 del Ministerio Ciencia y Tecnología Español.

REFERENCES

- [1] T.L. Naps, G. Rössling, V. Almstrum, W. Dann, R. Fleischer, C.D. Hundhausen, A. Korhonen, L. Malmi, M. McNally, S.H. Rodger and J.Á. Velázquez-Iturbide, "ITiCSE 2002 working group report: Exploring the role of visualization and engagement in computer science education" *SIGCSE Bull.*, vol. 35, no. 2, pp. 131-152, June 2002.
- [2] J.R. Levine, T. Mason and D. Brown, *Lex & Yacc*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 1992.
- [3] S. Rodger, "Learning automata and formal languages interactively with JFLAP" *ITICSE'06: Proceedings of the 11th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education.*, Bologna, Italy, pp. 360, June 2006.
- [4] K. Andrews, R. R. Henry, and W. K. Yamamoto. Design and implementation of the uw illustrated compiler. *SIGPLAN Not.*, 23(7):105_114, 1988.
- [5] D. Resler. Visiclang_a visible compiler for clang. *SIGPLAN Not.*, 25(8):120_123, 1990.
- [6] S. Khuri and Y. Sugono. Animating parsing algorithms. *SIGCSE'98: Proceedings of the twenty-ninth SIGCSE technical symposium on Computer science education*. Georgia, United States, 1998, pp 232-236.
- [7] M. E. Lovato and M. F. Kleyn. Parser visualizations for developing grammars with yacc. *SIGCSE '95: Proceedings of the twenty-sixth SIGCSE technical symposium on Computer science education*. Tennessee, United States, 1995, pp 345-349.
- [8] A. Kaplan and D. Shoup. CUPV a visualization tool for generated parsers. *SIGCSE'00: Proceedings of the thirty-first SIGCSE technical symposium on Computer science education*. Texas, United States, 2000, pp 11-15.
- [9] M. Mernik and V. Zumer. An educational tool for teaching compiler construction. *IEEE Transactions on Education*, 46(1):61_68, Feb. 2003.
- [10] F.J. Almeida-Martínez and J. Urquiza-Fuentes "Syntax Trees Visualization in Language Processing Courses" in *Proceedings of the Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Riga, 2009, pp. 597-601.
- [11] F.J. Almeida-Martínez and J. Urquiza-Fuentes, "Teaching LL(1) parsers with VAST - An Usability Evaluation" Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, Tech. Rep. DLSII-URJC-2009-01, Feb. 2009. Available: http://www.dlsi1.etsii.urjc.es/doc/DLSII-URJC_2009-01.pdf



Francisco J. Almeida Martínez nacido en Las Palmas de Gran Canaria en 1984, es Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas (2006) por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Ingeniero en Informática (2008) por la Universidad Rey Juan Carlos, España. Doctorando en la Universidad Rey Juan Carlos desde 2008, donde actualmente forma parte del Laboratorio de Tecnologías de la Información en la Educación (LITE). Sus áreas de investigación son innovación docente y software educativo, visualización del software y visualización de la información.



Jaime Urquiza Fuentes nacido en Madrid en 1973, es Diplomado en Informática de Gestión (1995) por la Universidad Pontificia de Comillas, Licenciado en Informática (1999) por la Universidad Politécnica de Madrid y Doctor (2007) por la Universidad Rey Juan Carlos, España. Ha sido profesor desde 2000 en la Universidad Rey Juan Carlos, donde actualmente forma parte del Laboratorio de Tecnologías de la Información en la Educación (LITE). Sus áreas de investigación son innovación docente y software educativo, visualización del software, visualización de la información, e interacción persona-ordenador.

El Dr. Urquiza es miembro de ACM SIGCSE, de la Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE) y de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO).



J. Ángel Velázquez Iturbide es Licenciado en Informática (1985) y Doctor en Informática (1990) por la Universidad Politécnica de Madrid, España.

Ha sido profesor desde 1985 en la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid. En 1997 se incorporó a la Universidad Rey Juan Carlos, donde actualmente es Catedrático de Universidad y director del Laboratorio de Tecnologías de la Información en la Educación (LITE). Sus áreas de investigación son innovación docente y software educativo para la enseñanza de la programación, visualización del software, visualización de la información, e interacción persona-ordenador.

El Dr. Velázquez es miembro de IEEE Computer Society, ACM y ACM SIGCSE. También es secretario de la Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa (ADIE) y vocal de la Junta Directiva de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO).

Capítulo 14

Aplicación de la Metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos a la Asignatura “Sistemas Electrónicos de Alimentación”

Diego G. Lamar, *Member, IEEE*, Javier Sebastian, *Member, IEEE*, Marta María Hernando, *Member, IEEE*, Manuel Arias, *Member, IEEE*, Miguel Rodríguez, *Student Member, IEEE*, Alberto Rodríguez, *Student Member, IEEE* y Pablo F. Miaja, *Student Member, IEEE*

Title— Application of the Project Based Learning Methodology to the Course “Sistemas Electrónicos de Alimentación”.

Abstract—This work shows an experience to enhance the application of the acquired knowledge by means of introducing Problem-Based Learning methodology in a power electronics subject at the University of Oviedo (SPAIN) by means of two practical projects: the design and construction of a Switching-Mode Power Supply (SMPS) prototype and the static study of a dc-dc converter topology. The objective of this change in the traditional methodology of the Power Electronics course is to foster the application of the knowledge acquired by students in theory classes. PBL is known to be a motivating, problem-centred teaching method that brings the real professional world closer to the student. For this reason, the lecturers considered PBL to be the most suitable methodology to obtain the desired results. The underlying methodology, task planning and assessment of these projects will be presented. Furthermore, the influence of PBL in our practical sessions versus the traditional teaching method will be discussed. Finally, the lecturer's reflections and conclusions regarding the application of PBL in this subject over the last two years will be presented.

Keywords— Project-Based Learning (PBL), significant knowledge, power electronics, switching mode power supply, practical sessions.

Resumen— El trabajo que aquí se presenta muestra una experiencia docente que tiene como objetivo fomentar la aplicación del conocimiento adquirido por el alumno en asignaturas de Electrónica de Potencia. Este objetivo se intenta

Este trabajo fue presentado originalmente al XVI Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación, 1-3 de Julio 2009, Leganés, Spain.

Los autores pertenecen al Área de Tecnología Electrónica del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas de la Universidad de Oviedo, Gijón, Spain (Tel.: +34985182601; fax: +34985182601; e-mail: gonzalezdiego@uniovi.es).

conseguir a través de un cambio en la metodología de enseñanza en este tipo de asignaturas. Dicha experiencia se ha llevado a cabo en una asignatura de último curso de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, “Sistemas Electrónicos de Alimentación”. En esta asignatura se explican los principios básicos de funcionamiento y diseño de las fuentes de alimentación conmutadas. La nueva metodología utilizada en esta experiencia es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Esta metodología propone un aprendizaje basado en el concepto de quienes aprenden cimentando sus nuevos conocimientos sobre conceptos adquiridos con anterioridad (aprendizaje significativo). En el presente artículo se presenta la metodología y la planificación llevada a cabo para la introducción del ABP en la asignatura a través de dos proyectos. Finalmente se presentan los resultados obtenidos en esta experiencia en los dos últimos años, así como las conclusiones y reflexiones extraídas de la misma.

Palabras clave— Aprendizaje basado en proyectos (ABP), aprendizaje significativo, electrónica de potencia, fuente de alimentación conmutada y prácticas.

I. OBJETIVOS Y MOTIVACIONES

LA Real Academia de la Lengua Española (RAE) define la Ingeniería como “el estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología”. Además, la RAE define la tecnología como “conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”. En ambas definiciones los términos “aplicación” y “aprovechamiento práctico” aparecen.

También es conocido por todos que al ingeniero se le presupone un conocimiento de matemáticas y ciencias naturales obtenido mediante estudio, experiencia y práctica. Dicho conocimiento ha de saberlo aplicar con juicio para desarrollar formas de utilizar económicamente los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad y del ambiente. Por lo tanto, se puede resumir la esencia de la ingeniería como el arte de aplicar los conocimientos científicos a la invención. De hecho, la principal competencia

profesional del ingeniero es su capacidad de transferencia tecnológica a la sociedad.

Por otra parte, actualmente vivimos una realidad en que la docencia universitaria está sometida a un proceso de cambio debido al marco definido por el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) [1]. Entre otros cambios, este nuevo contexto educativo considera las horas totales de trabajo del alumno en la asignatura, no sólo las lectivas. Por lo tanto, las metodologías y las planificaciones docentes han de estar centradas en el aprendizaje del alumno.

Este artículo presenta un cambio en la metodología de enseñanza en asignaturas de Electrónica de Potencia con respecto a la tradicional que se ha llevado a cabo en la Universidad de Oviedo. El objetivo es fomentar la aplicación del conocimiento adquirido en una asignatura de diseño de fuentes de alimentación: “Sistemas Electrónicos de Alimentación”. Por otro lado, aprovechando el cambio metodológico se adaptará esta asignatura al nuevo marco definido por EEES.

Esta experiencia, al margen de su objetivo genérico, también pretende contribuir a la consecución unos objetivos de aprendizaje más concretos en asignaturas de electrónica, que son:

- 1) Fomentar las bases para la comprensión de los principios básicos sobre la conversión de energía en electrónica de potencia: Configuraciones básicas para el diseño de fuentes de alimentación, componentes pasivos y los elementos activos que las manejan.
- 2) Ayudar al conocimiento, comprensión e interpretación de la normativa aplicable a los equipos electrónicos de potencia, orientando su búsqueda en fuentes de información adecuadas.
- 3) Promover la aplicación del conocimiento a través de la validación experimental, el análisis, el diseño y la construcción de fuentes de alimentación.
- 4) Estimular la toma de decisiones y el razonamiento crítico para seleccionar, de entre diversas opciones posibles, la solución más adecuada a un determinado problema (en particular en el diseño de una fuente de alimentación). Esta toma de decisiones ha de estar siempre supeditada a distintos criterios tecnológicos: Tamaño, peso, coste, rendimiento, etc...
- 5) Incentivar otras competencias transversales tales como la elaboración de informes técnicos y la expresión oral.

Para llevar a cabo este trabajo se utilizó como nueva metodología el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). De esta manera, se fomentó la construcción del conocimiento tomando como cimientos los conceptos teóricos adquiridos en otras asignaturas de electrónica de la carrera. Esta idea está basada en el concepto de quienes aprenden sobre lo ya aprendido (aprendizaje significativo). Creemos que de esta manera el proceso de aprendizaje cristaliza en su objetivo final: El análisis del propio conocimiento para poder aplicarlo.

Para aplicar esta metodología, se propusieron al alumno actividades retadoras y cercanas a la realidad, que lo

motivaron y que fomentaron su capacidad para planificar con sus compañeros y consigo mismo el trabajo a realizar. Finalmente de esta experiencia se obtuvieron una serie de resultados que se expondrán en la parte final de este artículo. A partir de estos resultados se presentan las conclusiones que se han extraído de ellos.

II. CONTEXTO

El trabajo que aquí se presenta se llevó a cabo en una asignatura optativa de último curso de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo, “Sistemas Electrónicos de Alimentación” de 4,8 créditos ECTS en el curso académico 2007/2008 y 2008/2009. En estos cursos se propuso a los alumnos el desarrollo de dos proyectos:

- 1) Diseño y construcción de una fuente de alimentación conmutada (DFA).
- 2) Análisis teórico de una topología de potencia (ATP).

III. METODOLOGÍA

La novedad metodológica fundamental introducida en esta asignatura fue el hecho de incorporar el ABP en clases teórico-prácticas (prácticas de tablero) y en las sesiones prácticas a través de los proyectos anteriormente citados. Estos proyectos se articularon para hacerlos atractivos al alumno y fomentar así su aprendizaje. Así se dirigió el proceso de aprendizaje del alumno a la consecución de los objetivos propuestos en esta experiencia.

Una de las características principales del ABP [2, 3] es que el proyecto no se enfoca a aprender “acerca” de algo, sino que se enfoca en “hacer” algo y aprender “por el camino”. Precisamente por esta razón se escogió esta metodología, ya que es idónea para la consecución del objetivo fundamental expuesto en los anteriores apartados: Aplicación del conocimiento adquirido. En el contexto de la asignatura, la aplicación del conocimiento adquirido ha de cristalizar en la consecución de los dos proyectos propuestos: El diseño y construcción de una fuente de alimentación y en la aplicación de una metodología de análisis para la realización de un proyecto más teórico. Cabe reseñar que el ABP es de indudable aplicación en titulaciones técnicas, tal como demuestran las experiencias ilustradas en [4, 5].

A continuación se va a describir la metodología llevada a cabo para el desarrollo de ambos proyectos:

A. *Diseño y construcción de una fuente de alimentación (DFA)*

En las clases prácticas (7 sesiones de 2 horas y una sesión de una hora) se propuso a todos los alumnos el diseño completo de una fuente de alimentación conmutada. Cada alumno diseñó y construyó su propia fuente de alimentación. Aunque el objetivo que se le plantea al alumno es la realización física de un prototipo electrónico, el objetivo real es el proceso de aprendizaje que se va a llevar a cabo hasta conseguir el producto final.

Se facilitó a cada alumno un puesto en el laboratorio con todo el material necesario para la realización de las prácticas (Fig. 1). La familiarización con dicho material fue el objeto de la primera sesión. Posteriormente el resto sesiones se dividieron en clases prácticas de diseño o de montaje. Al



Fig. 1. Puesto de prácticas de cada alumno para el desarrollo de proyecto (DFA).

principio de ambos tipos de sesiones el profesor explicó brevemente los fundamentos de la parte del proyecto a desarrollar. Esta parte es muy importante, ya que el proyecto a realizar es muy complejo, por lo tanto estas indicaciones han de ser concisas y encaminadas a guiar al alumno. Posteriormente, el alumno desarrolló la actividad individualmente, interaccionando en este proceso con el profesor y sus propios compañeros. Durante este periodo, la supervisión del proceso por parte del profesor fue fundamental para reconducir cualquier problema que se plantease. Como refuerzo al proceso de aprendizaje, en la sexta sesión se revisó el proyecto de cada alumno. Finalmente en la última sesión el alumno presentó al profesor el proyecto desarrollado mediante la elaboración de una memoria y una presentación oral y defensa del mismo.

Finalmente hay que destacar que profesorado de la asignatura puso especial énfasis en las tutorías que pudieran llegar a ser necesarias para completar el proceso de aprendizaje. En algunas ocasiones y con ciertos alumnos, es necesario repasar y concretar los conceptos desarrollados en las clases regladas.

B. Análisis teórico de una topología de potencia (ATP)

A mitad de curso se propuso a cada alumno el análisis de una topología de potencia (punto de partida para el diseño y construcción de cualquier fuente de alimentación conmutada). En las clases de teoría y de prácticas de tablero previas a la propuesta del proyecto se presentó el procedimiento básico para la resolución de este tipo de problemas y se aplicó este procedimiento a varios ejemplos. Además, el proyecto DFA desarrollado en las clases de prácticas también completó esta formación. En este caso, el trabajo propuesto está más encaminado a fomentar el autoaprendizaje, la búsqueda de información, la estimulación del espíritu crítico y la toma de decisiones por parte del alumno. Por su naturaleza, este

proyecto está orientado a evaluar la asimilación de los conceptos teóricos fundamentales de la asignatura.

En esta actividad, el profesor planteó en las clases teóricas ciertas dudas a los alumnos sobre el análisis teórico de fuentes de alimentación, fomentando así la reflexión en puntos claves de la asignatura. En este proyecto, las tutorías fueron también fundamentales para completar esta actividad.

IV. PLANIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS DENTRO DE LA ASIGNATURA

Para aplicar adecuadamente la metodología anteriormente expuesta, los profesores realizaron una planificación detallada de las actividades a realizar en la asignatura en relación a la novedad metodológica introducida.

A. Planificación temporal del proyecto de diseño de una fuente de alimentación (DFA)

Este proyecto, como se ha comentado anteriormente, se realizó en las clases de prácticas (7 sesiones de 2 horas y una sesión de una hora). Se propuso a cada alumno el diseño completo de una fuente de alimentación conmutada. El objetivo que se plantea al alumno es la realización física de un prototipo electrónico, que presentará en la última sesión. Por esta razón se programaron las sesiones prácticas que se muestran en la Tabla I. Como se puede comprobar, salvo en las sesiones 1, 6 y 8, todas las demás están orientadas al diseño y montaje del prototipo. Las sesiones de montaje se planificaron para la construcción de una parte del circuito que compone la fuente de alimentación. La planificación y

TABLA I
PLANIFICACIÓN DE LAS CLASES PRÁCTICAS

Sesión	Descripción	Horas
1	Introducción a los equipos a utilizar durante el desarrollo de las prácticas y montaje del circuito de control I.	2
2	Montaje del circuito de control II y el <i>driver</i>	2
3	Diseño de la etapa de potencia	2
4	Diseño y construcción del elemento magnético	2
5	Montaje de la etapa de potencia	2
6	Mediciones y comprobación experimental lazo abierto	2
7	Diseño y montaje del lazo de realimentación	2
8	Presentación del proyecto	2

ejecución de estas sesiones se basaron en la dilatada experiencia que tienen los profesores en el diseño y montaje de este tipo de circuitos.

Respecto a la planificación de las sesiones orientadas al diseño, existe un problema de tiempo manifestado a través de la experiencia de cursos anteriores. El diseño estático de convertidores se basa en unos cálculos relativamente simples pero tediosos de realizar. Estos cálculos son distintos para cada topología. Los diseñadores suelen resolverlos mediante la utilización de hojas de cálculo programadas por ellos. Esto le plantea al alumno dos inconvenientes. El primero es el empleo de diferentes herramientas para el diseño de una fuente de alimentación. El segundo es que cada diseñador

define sus propias hojas de cálculo “a medida”. Es por ello, que el manejo de esas hojas de cálculo por parte del alumno implica un proceso de familiarización con la hoja e incluso con la herramienta software que la soporta. Debido a la restricción de tiempo que implica la programación de un proyecto como éste dentro de la asignatura, los profesores tuvieron que desarrollar una herramienta estándar para realizar los cálculos de las sesiones de diseño en un tiempo razonable para el desarrollo de las prácticas. Dicha herramienta debía tener un entorno amigable y estar realizada con un lenguaje de alto nivel utilizado anteriormente por el alumno. Además los resultados de los análisis deberían estar mostrados de tal manera que su comprensión fuese rápida. Como solución al problema se desarrolló una aplicación realizada sobre MATLAB [6]. Se trata de una herramienta que integra todos los cálculos necesarios para el diseño estático de un convertidor conmutado. Está programada en un entorno visual, lo que facilita su manejo y la presentación de los resultados finales para un mejor análisis de los mismos. Por lo tanto, se trata de una herramienta versátil y homogénea, destinada a su fácil asimilación por parte de los alumnos. La Fig. 2 muestra diversas pantallas de la aplicación. Con la utilización de esta herramienta se solucionaron los problemas de tiempo que se presentaban en las sesiones prácticas planificadas para el diseño de la fuente de alimentación.

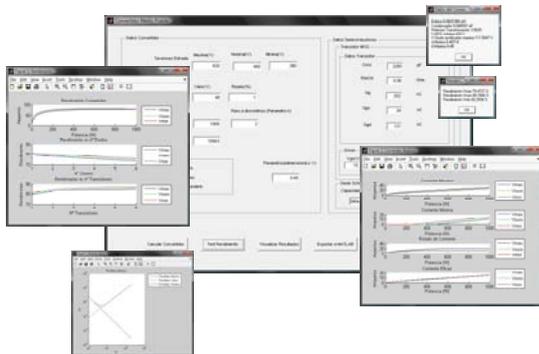


Fig. 2 Herramienta didáctica para el diseño de convertidores basada en MATLAB.

B. Análisis teórico de una topología de potencia (ATP)

Como ya se comentó con anterioridad, se propuso un segundo proyecto a cada alumno a mitad de curso. En él se plantea el desarrollo de un modelo matemático de una topología de potencia. Dicho trabajo, que debe desarrollar el alumno de forma individual, está apoyado en las clases de teoría y de prácticas de tablero previas. En estas sesiones, se presenta un procedimiento para la resolución de este tipo de problemas junto con ejemplos prácticos.

Sin embargo, la resolución de este tipo de modelos implica un nivel alto de aplicación del conocimiento adquirido por el alumno. Por lo tanto, la planificación de esta actividad ha de estar sincronizada con las clases de teoría en las que se desarrolla el contenido conceptual de la asignatura. También ha de estar sincronizada con las clases de prácticas de tablero

en las que se afianza este conocimiento mediante ejemplos que posteriormente han de aplicar a la resolución de su modelo, el cual no es más que un modelo matemático.

Las clases de teoría se estructuraron según indica la Tabla II. Una vez impartidas las 12 primeras lecciones, es decir 24 horas teórico-prácticas de las 45 horas programadas en la asignatura, el alumno empezó a desarrollar esta actividad. En este punto los profesores de la asignatura consideran que el alumno ya posee los conocimientos necesarios para aplicarlos a su proyecto. Además, el tiempo que resta para la finalización de la asignatura se planifica para que el alumno recopile la información necesaria, interactúe en las clases teóricas o complete la asimilación del conocimiento relativo a su proyecto en las tutorías. El proyecto fue distinto para cada alumno. Finalmente, el proyecto se entregó en hojas de cálculo programadas en MATLAB en un formato muy similar a la herramienta desarrollada para las sesiones de diseño [6].

TABLA II
PLANIFICACIÓN DE LAS CLASES TEÓRICAS

Lección	Descripción	Horas
1	Introducción	1
2-5	Especificaciones de convertidores, diodos, MOSFET y otros semiconductores de potencia	4
6 y 7	Sistemas de protección eléctrica y térmica	4
8 y 9	Componentes	4
10	Convertidores CA/CC	3
11	Convertidores CC/CC	14
12	Corrección del Factor de Potencia	4
13	Rectificación síncrona	2
14	Modelado dinámico de convertidores	6
15	Control de convertidores	2
16	Compatibilidad Electromagnética	1

Así, al final de la asignatura los diseños de los alumnos pueden integrarse en la herramienta. También el alumno tuvo que realizar una presentación oral y defensa de su trabajo

C. Estimación de créditos ECTS de los proyectos dentro de la asignatura

La planificación de las actividades fue acorde a la futura asignación de créditos ECTS que tendrá la asignatura, cumpliendo así con su adaptación al EEES. La actividad de proyecto de DFA se realizó en el horario de prácticas de la asignatura (15 horas). Cabe reseñar que para el cumplimiento del calendario es necesario el uso de la herramienta de software en las sesiones de diseño. Con ella, la planificación de la actividad en el horario reglado se pudo llevar a cabo. Sin embargo, el profesor de la asignatura es consciente que un proyecto de esta envergadura implica un trabajo previo a las clases de prácticas. Por lo tanto, se estimaron otras 27 horas de preparación previa.

Para programar el tiempo a emplear en el proyecto ATP es preciso valorar el trabajo del alumno fuera del aula. En este caso, se estimó un trabajo para cada alumno de 10 horas para el análisis de la topología de potencia y recopilación de información y unas 10 horas para la elaboración de la hoja de

cálculo programada en MATLAB.

Por tanto, el tiempo total dedicado por cada alumno a estas actividades se valoró en 62 horas (2,5 créditos ECTS). Si se le suman 45 horas de clases teórico prácticas (1,8 créditos ECTS) quedan 12 horas (0,5 créditos ECTS) para el estudio de la asignatura de forma individual por parte del alumno o para tutorías.

D. Evaluación de los proyectos dentro de la asignatura

La evaluación de la asignatura estuvo basada fundamentalmente en los dos proyectos que se propusieron a los alumnos. El proyecto del diseño y construcción de la fuente de alimentación tuvo un peso del 50% de la nota final. En este punto se evaluó la habilidad que principalmente se quiere potenciar: La aplicación del conocimiento adquirido. Se trata de una evaluación por proyectos donde el objetivo final es fabricar un producto, en este caso una fuente de alimentación. Sin embargo, al tratarse de una metodología activa se va a evaluar el proceso de aprendizaje del alumno durante la ejecución del proyecto. Esta evaluación se llevó a cabo mediante informes de las actividades de los alumnos en cada práctica por parte del profesor, permitiendo así la evaluación de la actividad de forma continuada.

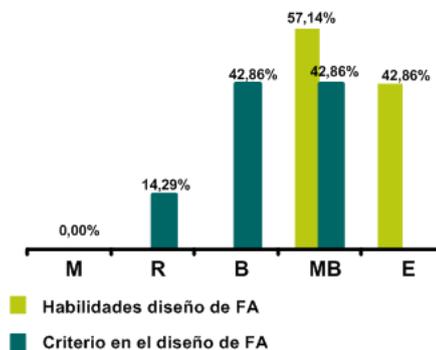
Por otra parte, el proyecto del análisis teórico de una topología de potencia se evaluó a partir de una presentación de la hoja de cálculo realizada en MATLAB y la defensa de la misma. El peso de la evaluación de esta actividad fue del 30% de la nota final. Aquí se intentaron evaluar los siguientes conceptos: El análisis de un problema, criterios de selección para las soluciones propuestas, espíritu crítico al valorarlas y expresión oral y escrita. Además, se valoró especialmente el proceso de justificación del enfoque escogido para solucionar el proyecto.

Al margen de la novedad metodológica presentada en este proyecto, se realizó un examen tradicional. Éste tuvo un peso de un 20% de la nota final. Como se puede comprobar, el mayor peso en la evaluación de la asignatura recayó sobre los dos proyectos propuestos, y por tanto coherente con el cambio de metodología aquí propuesto.

V. RESULTADOS: EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD DESPUÉS DE UN AÑO

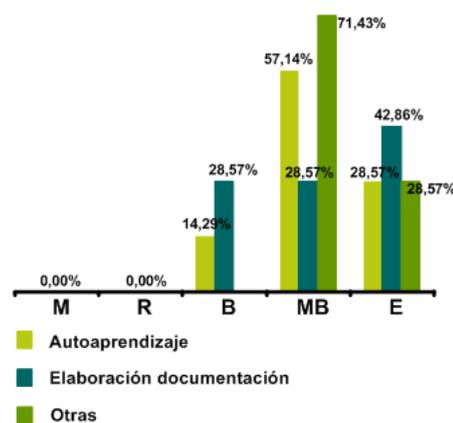
Al finalizar el curso se realizó una encuesta en la que se intentó que el alumno evaluase el cambio de metodología introducido en la asignatura con respecto al tradicional utilizado en las anteriores asignaturas de electrónica de la carrera. Se le preguntó si cree que él ha logrado aplicar en su proyecto los conocimientos adquiridos en la parte teórica. También se le pidió que valorase el hecho de adquirir otro tipo de habilidades en el desarrollo de la asignatura. Los resultados de dicha encuesta se muestran en la Fig. 3. Como se puede comprobar, la valoración que realizan los alumnos de la experiencia es muy positiva. De hecho, las habilidades que ellos consideran que han sido potenciadas son: Las habilidades prácticas desarrolladas en el laboratorio, la toma de decisiones y el autoaprendizaje. Todo ello queda

Habilidades específicas de la asignatura



(a)

Habilidades genéricas de la carrera



(b)

Fig. 3 Resultados de la encuesta realizada en relación a: a) Habilidades específicas de la asignatura; b) Habilidades genéricas de la carrera.

sintetizado en una de las observaciones que realizó un alumno y que es común a todas las encuestas: “Me ha gustado mucho trabajar en un laboratorio en el diseño y construcción de un convertidor. Me parece muy interesante ver los problemas que van surgiendo en la práctica y las decisiones tomadas para resolverlos”.

Además, tal como se puede comprobar en la Fig. 4, la valoración que los alumnos realizaron sobre la evaluación llevada a cabo en la asignatura, así como de sus propios resultados fue muy buena, Por lo tanto, se puede concluir que los alumnos valoran positivamente la metodología, planificación y evaluación de la asignatura.

Sin embargo, la valoración del alumno puede estar condicionada por muchos aspectos. Es por ello que a lo largo de todo el cuatrimestre los profesores de la asignatura mantuvieron reuniones con los alumnos. En estas reuniones se evaluaron las actividades y las propuestas realizadas para el desarrollo de la asignatura. De estas reuniones, de las encuestas y de los resultados de la evaluación se obtuvieron los siguientes resultados:

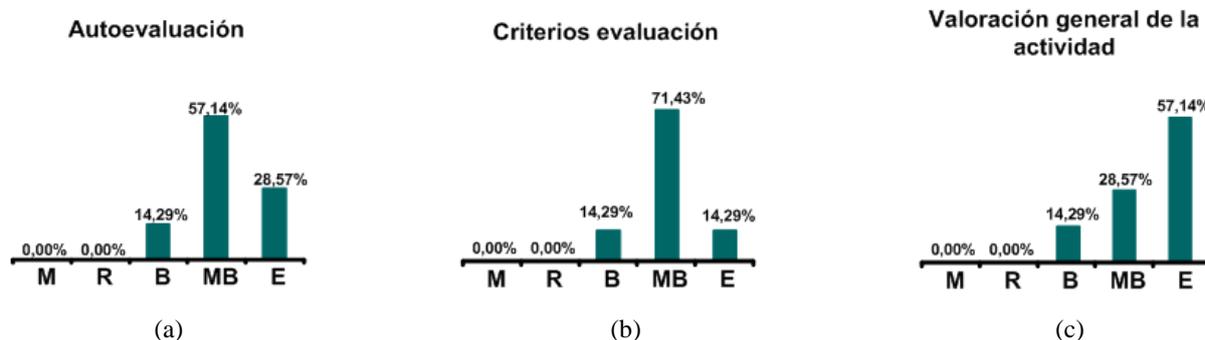


Fig. 4 Resultados de la encuesta realizada en relación a : a) Autoevaluación; b) Criterios de evaluación; c) Valoración general.

- 1) El rendimiento de los alumnos en la asignatura no fue constante [7]. La apreciación inicial por parte de los profesores al lanzar esta actividad era la siguiente: El alumno, ante el reto de acometer un proyecto real (DFA), iniciaría la actividad con mucha ilusión y dedicación, la cual iría disminuyendo a lo largo de la asignatura. Esta apreciación se concretó en realidad a lo largo del curso.
- 2) El trabajo centrado en el alumno, su seguimiento y la planificación de las actividades de forma detallada resultó de gran utilidad para el desarrollo de la asignatura. De hecho, la imagen que se proyectó con esta metodología (Fig. 4 y Fig. 5) ha hecho que en la actualidad varios alumnos de esta asignatura cursen su proyecto final de carrera en nuestro área de conocimiento.
- 3) Los alumnos no asimilan un ABP como base de una asignatura. En las reuniones realizadas fueron abundantes las expresiones, por parte de los alumnos, del carácter: “es necesario realizar más clases teóricas”, “se deberían hacer más problemas”, etc... Es decir, los alumnos tiende hacia una metodología lo más parecida a la tradicional. Creen que aprenden más únicamente recopilando información.
- 4) El alumno tiene problemas para estructurar su tiempo. Los alumnos cumplieron sobradamente con el trabajo planificado en cada sesión práctica del proyecto DFA, aunque de las reuniones fueron también habituales las expresiones del estilo: “es demasiado el trabajo a realizar en las prácticas”, etc... Sin embargo, en las encuestas se puso de manifiesto que el tiempo empleado por el alumno en preparar las sesiones prácticas fue menor que el planificado por el equipo docente.
- 5) El profesor ha de ser consciente de la dedicación que requiere el ABP y su importancia dentro de la asignatura. El seguimiento, conducción y supervisión que los alumnos necesitan para el desarrollo de sus proyectos implica una inversión de tiempo superior a la que se realiza con una metodología tradicional. Sin embargo, no se han de centrar todos los esfuerzos en el ABP, es necesario un trabajo previo en las clases teóricas para que exista un conocimiento a aplicar. Por lo tanto, creemos que las clases teóricas de la asignatura siguen siendo una

parte fundamental, y queremos hacer constancia de ello.

Es por ello que también se realizó un examen tradicional.

El resultado final de los dos proyectos planificados (DFA y ATP) desde el punto de vista técnico fue distinto. Respecto al proyecto DFA todos los alumnos completaron con aprovechamiento el prototipo de la fuente de alimentación. Sin embargo, la evaluación del proceso mediante informes del profesor en las clases prácticas no fue lo rigurosa que el profesorado hubiera querido. Por otro lado el resultado técnico del proyecto ATP, no fue satisfactorio, pues había fallos de concepto relativos a la aplicación de la materia desarrollada en las clases de teoría. Este resultado ha hecho pensar en introducir modificaciones en la planificación y metodología de la asignatura para el próximo curso:

- 1) Utilizar listas de control y escalas de valoración en la evaluación del proyecto DFA en las sesiones prácticas.
- 2) Controlar mejor el proceso de aprendizaje en las clases teóricas a través de la evaluación de los conocimientos adquiridos. Esta evaluación se realizaría a través de pruebas diagnósticas después de cada bloque. Así se valoraría la asimilación de los conceptos claves para la elaboración del proyecto ATP, además de determinar con mayor precisión cuando el alumno está preparado para iniciarlo.

Finalmente se está valorando la introducción del trabajo en grupo en las últimas sesiones prácticas para el desarrollo del proyecto DFA.

VI. CONCLUSIONES

La experiencia de la aplicación del ABP en la asignatura “Sistemas Electrónicos de Alimentación” de quinto curso de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Oviedo ha sido enormemente positiva tanto para los alumnos como para los profesores que la han llevado a cabo. Se ha demostrado que esta metodología es válida para alcanzar los objetivos docentes de la titulación, cumpliendo con las expectativas de los estudiantes y retándolos a la elaboración de proyectos reales. Aún quedan por mejorar muchos aspectos, tales como los relativos a los recursos e infraestructuras, la adaptación por parte del profesorado y el

alumnado a la metodología, etc... Además se espera que las conclusiones obtenidas en cada curso sirvan para mejorar la aplicación de la metodología al curso siguiente.

REFERENCIAS

- [1] European Ministers of Education (1999). “The european higher education area bologna declaration, Bologna”
- [2] D. R. Woods, “Problem-based learning: how to gain the most from PB”. McMaster University 1994.
- [3] Moursund D. “Project based-learning: using information technology”. Iste publications 1999.
- [4] Pablo del Canto, Isabel Gallego, Rubén Hidalgo, Johann López, José Manuel López, Javier Mora, Eva Rodríguez, Eduard Santamaria, Miguel Valero. “Aprender a programar ordenadores mediante la metodología basada en proyectos”. CUIEET 2007.
- [5] Jesús Alcocer, Silvia Ruíz y Miguel Valero-García, “Evaluación de la implantación de aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2002-2003)”. XI Congreso universitario de innovación educativa en enseñanzas técnicas, julio 2003.
- [6] P.F. Miaja, D.G. Lamar, M. Arias, M.M. Hernando, A. Rodríguez, “Herramienta didáctica para el diseño de convertidores basada en MATLAB para asignaturas de electrónica de potencia”. Seminario anual de automática, electrónica industrial y instrumentación (SAAEI 08), septiembre 2008 Cartagena.
- [7] Miguel Valero-García, “Las dificultades que tienes cuando haces PBL”. La educación superior hacia la convergencia europea: modelos basados en el aprendizaje (capítulo 8). Universidad de Mondragón.



Diego G. Lamar (S'94 M'08) nació en Zaragoza, España en 1974. Obtuvo los títulos de Ingeniero Industrial especialidad Electricidad por la Universidad de Oviedo y Doctor por la Universidad de Oviedo en los años 2003 y 2008 respectivamente. En el 2003 entró a formar parte como investigador del grupo Sistemas Electrónicos de Alimentación (antiguo Grupo de Electrónica Industrial) de la Universidad de Oviedo. Desde Octubre del 2005 es profesor Ayudante en dicha universidad. Sus tareas docentes se han desarrollado en las titulaciones de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Técnica Informática e Ingeniería Técnica Industrial. Sus trabajos de investigación se han centrado en los campos de convertidores CC/CC, modelado de convertidores y la corrección del factor de potencia en fuentes de alimentación.



Javier Sebastián (M'87) nació en Madrid, España en 1958. Es Ingeniero Industrial, Especialidad Eléctrica (Intensificación Electrónica y Automática) por E.T.S.I.I. de la Universidad Politécnica Madrid desde Julio de 1981 y Doctor Ingeniero Industrial por la E.T.S.I.I. de Gijón de la Universidad de Oviedo desde Junio de 1985. Después de haber desempeñado diversos puestos como profesor no numerario y como profesor numerario en la Universidad Politécnica de Madrid y en la Universidad de Oviedo, es en la actualidad Catedrático de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y de Sistemas de esta última universidad. Sus tareas docentes se han desarrollado en las titulaciones de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Telecomunicación. La mayor parte de su currículum investigador gira alrededor de actividades relacionadas con el estudio y diseño de Sistemas Electrónicos de Alimentación.



Marta M. Hernando Álvarez (M'94) es Ingeniero Industrial desde 1988 por la Universidad de Oviedo, obteniendo el grado de doctor por la misma universidad en 1992. Desde 1988 pertenece al Área de Tecnología Electrónica de la Universidad de Oviedo, donde ha desempeñado distintos puestos docentes. Sus tareas docentes se han desarrollado en las titulaciones de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Técnica Informática, Ingeniería Técnica de Telecomunicación e Ingeniería Técnica Industrial. En cuanto a su actividad investigadora, ésta siempre se ha llevado a cabo en torno a los Sistemas de Alimentación Electrónica, especialmente en el ámbito de los convertidores CA/CC, correctores del factor de potencia y, más recientemente, sistemas de alimentación ininterrumpida.



Manuel Arias (S'05 M'10) nació en Oviedo en 1980. Obtuvo el título de ingeniero industrial, especialidad electricidad, y el título de doctor, ambos por la universidad de Oviedo, en los años 2005 y 2010 respectivamente. Desde Febrero de 2005 ha trabajado en el Grupo de Sistemas Electrónicos de Alimentación como investigador, siendo además profesor ayudante de la Universidad de Oviedo desde 2007. Sus intereses incluyen SAIs y convertidores CA/CC y CC/CC para aplicaciones de CFP e iluminación.



Miguel Rodríguez (S'06) Miguel Rodríguez nació en Gijón en 1982. Obtuvo su licenciatura en Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad de Oviedo, en 2006. Actualmente se encuentra realizando estudios de doctorado financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia mediante el programa FPU. Sus principales intereses de investigación son los convertidores CC/CC y la alimentación de amplificadores de radiofrecuencia.



Alberto Rodríguez (S'07) nació en Oviedo, en 1981. Recibió el título de Ingeniero de Telecomunicación en 2006 en la Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón de la Universidad de Oviedo, donde está actualmente trabajando y desarrollando su doctorado. En el 2006 trabajó como Ingeniero de Telecomunicación para el Gobierno del Principado de Asturias y como profesor asociado en el Área de Tecnología Electrónica de la Universidad de Oviedo. A partir del 2007 comienza a trabajar a tiempo completo para la Universidad de Oviedo. Su actividad investigadora se enmarca principalmente en el estudio de topologías de convertidores con múltiples flujos de energía.



Pablo Fernández Miaja (S'08) nació en Oviedo en 1984. Es Ingeniero en Telecomunicación por la universidad de Oviedo desde 2007. Desde Noviembre de 2007 pertenece al grupo de Sistemas Electrónicos de Alimentación. Actualmente disfruta de una beca FPI para investigar sobre convertidores CC-CC para amplificadores de RF. Sus intereses se centran en convertidores CC-CC, control digital de fuentes conmutadas y técnicas para mejorar la eficiencia de amplificadores de RF.

Capítulo 15

Ensino da Programação Através da Linguagem Algorítmica e Fluxográfica

António Manso, Luís Oliveira, Célio Gonçalo Marques

Title— Teaching Programming using Algorithmic Language and Flowcharts.

Abstract— Teaching of programming is the keystone of every engineering course and particularly computer science courses. The failure rates observed in the programming module of the Computer Engineering course offered by the Escola Superior de Tecnologia de Tomar of the Instituto Politécnico de Tomar led to the development of a tool – Portugal IDE – with the propose to motivating the students and facilitating the learning of programming. This tool allows algorithms to be coded in algorithmic language or in flowchart language and its automatic execution. This paper presents the rules of translation between both languages and describes the way it is executed.

Keywords— Programming, Portugal, Flowchart, Algorithms, Teaching and learning.

Resumo— O ensino da programação é considerado uma pedra basilar nos cursos de engenharia e em especial dos cursos de informática. O insucesso demonstrado pelos alunos do curso de Engenharia Informática nas disciplinas de programação de nível introdutório na Escola Superior de Tecnologia de Tomar do Instituto Politécnico de Tomar levou ao desenvolvimento de uma ferramenta – Portugal IDE – com o objectivo de motivar os alunos e facilitar a aprendizagem da programação. Esta ferramenta permite a codificação dos algoritmos em linguagem algorítmica ou em linguagem fluxográfica e a sua execução automática. Neste trabalho são apresentadas as regras de tradução entre as duas linguagens e descrita a forma como a sua execução é feita.

Este trabalho foi apresentado originalmente em CISTI'2009 - 4ª Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação.

António Manso é professor no Departamento de Engenharia Informática do Instituto Politécnico de Tomar, Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal (telefone: +351 249328100; fax: +351 249328189 e-mail: manso@ipt.pt).

L. Oliveira é assistente no Departamento de Engenharia Informática do Instituto Politécnico de Tomar, Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal (telefone: +351 249328100; fax: +351 249328189 e-mail: loliveira@ipt.pt).

C. G. Marques é professor do Instituto Politécnico de Tomar, Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal (telefone: +351 249328100; fax: +351 249328136; e-mail: celiomarques@ipt.pt).

Palavras-chave— Programação, Portugal, Fluxogramas, Algoritmos, Ensino, Aprendizagem.

105

I. INTRODUÇÃO

05

CONHECER uma linguagem de programação é diferente de saber programar. Conhecer uma linguagem de programação implica conhecer um conjunto de palavras reservadas e uma sintaxe. Saber programar está relacionado com a capacidade de resolver problemas cuja solução pode ser encontrada através da execução de um algoritmo computacional. A definição do algoritmo é o primeiro passo para a construção de um programa. Depois de definido, testado e otimizado, o algoritmo pode ser codificado numa linguagem de programação.

As unidades curriculares de programação de nível introdutório são caracterizadas por terem taxas elevadas de reprovação [1] [2] [3] e as disciplinas de programação de nível introdutório da Escola Superior de Tecnologia de Tomar (ESTT) do Instituto Politécnico de Tomar (IPT) não são excepção. A causa principal do insucesso está relacionada com a dificuldade sentida pelos alunos em analisar um problema e definir o algoritmo que o resolve devido ao elevado nível de abstracção que esta actividade envolve e não com aspectos próprios de uma ou outra linguagem de programação.

Têm sido criadas várias ferramentas com o objectivo de auxiliar os alunos a adquirirem competências na resolução de problemas através da definição de algoritmos. Segundo [4] e [5] há um conjunto de requisitos que uma boa ferramenta de desenvolvimento de algoritmos deve ter: i) ser interactiva de forma a que o aluno tenha um papel activo durante o processo de aprendizagem; ii) ser configurável, para que possa ser usada na resolução de vários problemas, recorrendo a várias soluções; iii) permitir representações alternativas, para estimular o aluno a observar o problema sob diferentes pontos de vista; iv) ser animada, para possibilitar ao aluno acompanhar a execução do algoritmo; v) ser simples óbvia e intuitiva; vi) ser portátil, para ser independente do hardware e do software onde vai ser executada; e por fim vii) ser económica, para alcançar o maior número de alunos. O

Portugol IDE foi especificado para responder a todas as características anteriormente definidas e assim contribuir para a melhoria da aprendizagem de algoritmos nas disciplinas de programação de nível introdutório na ESTT. Este ambiente é constituído por uma interface que manipula duas linguagens de programação (linguagem algorítmica e linguagem fluxográfica), permitindo ao aluno representar e executar os algoritmos nas duas linguagens. O Portugol IDE distingue-se das ferramentas analisadas: SICAS [5] [6], MiniJava [7], BlueJ [8], Karel the Robot [9], Jeliot [10], Ambap [11]; por possuir uma linguagem fluxográfica que se aproxima da execução computacional do algoritmo e uma linguagem de programação que se aproxima das linguagens de programação de alto nível. Esta característica permite fazer a ponte entre a execução computacional dos algoritmos e a expressão textual dos programas.

II. LINGUAGEM ALGORÍTMICA

A linguagem algorítmica é inspirada na linguagem de especificação de algoritmos conhecida como português estruturado ou portugol.

A linguagem algorítmica suporta um conjunto de operações que permitem que seja utilizada para aprender as técnicas básicas da construção de algoritmos computacionais de entre as quais salientamos a:

- Definição de tipos de dados;
- Entrada e saída de dados;
- Estruturas de decisão condicional;
- Estruturas de iteração.

A linguagem tem definido como básicos os tipos inteiros, real, lógico, carácter e texto. Sobre estes tipos de dados estão definidos um conjunto de operadores e funções que permitem a construção de expressões computacionais. O tipo texto foi definido como básico para poder ser manipulado com os operadores relacionais e o operador de concatenação (+), tal como acontece nas linguagens mais recentes (C# e Java), bem como ser lido e escrito directamente na consola. A linguagem permite ainda a definição e a manipulação de estruturas homogéneas multidimensionais de dados através do operador de indexação ([]). As estruturas para a manipulação de dados são as definidas no portugol e podem ser consultadas em [12].

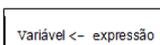
III. LINGUAGEM FLUXOGRÁFICA

A linguagem fluxográfica foi especificada com dois objectivos muito concretos: fazer a prototipagem rápida de algoritmos nas primeiras etapas do ensino da programação e fazer a representação e execução visual da linguagem algorítmica.

A grafia da linguagem fluxográfica foi inspirada nos fluxogramas, depois de feitas as devidas adaptações para a tornar computacionalmente executável. Os símbolos definidos na linguagem e a sua sintaxe estão especificados na tabela I.

Através destes símbolos é possível descrever os blocos básicos dos algoritmos computacionais, e o seu reduzido número possibilita uma fácil compreensão das suas

TABELA I
SÍMBOLOS E SINTAXE DA LINGUAGEM FLUXOGRÁFICA

Símbolo	Descrição
	Terminal – Marca o início/fim do algoritmo.
	Ler – Lê uma variável da consola.
	Escrever - Escreve a expressão na consola.
	Processo - calcula o valor de uma expressão.
	Decisão - Desvia a fluxo através do valor da condição
	Conector - Unificação de Fluxo

funcionalidades para o desenho de algoritmos.

Definição de tipos de dados

A linguagem fluxográfica não possui nenhum símbolo gráfico que permita fazer implicitamente a declaração de variáveis. Esta característica permite que se faça uma prototipagem rápida de um algoritmo sendo as variáveis implicitamente definidas pelos símbolos de “ler” e de “processo”. Quando é executada uma leitura ou um processamento o sistema verifica se já existe uma variável com o mesmo nome no programa; caso não exista, o sistema define a variável e deduz o tipo através do tipo de dados resultante da leitura ou do cálculo da expressão.

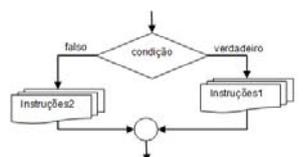
Entrada e saída de dados

A simbologia dos fluxogramas prevê apenas um símbolo para a entrada e saída de dados e o utilizador decide em cada caso qual o tipo de operação a executar. Para tornar a execução automática procedeu-se à introdução de dois símbolos distintos para cada uma das operações: “ler” e “escrever”.

Estruturas de decisão

A linguagem algorítmica tem duas estruturas de decisão: a decisão simples (*se-então-senão*) [tabela II], e a decisão em alternativa (*escolhe-caso*) [tabela III].

TABELA II
ESTRUTURA SE-ENTÃO-SENÃO

Linguagem Algorítmica	Linguagem Fluxográfica
Se <condição> então	
Instruções1	
Senão	
Instruções2	
Fim se	

A decisão simples tem uma transcrição imediata para a linguagem fluxográfica através de um símbolo de “decisão” que desvia o fluxo para a esquerda caso a condição seja falsa ou para a direita caso a condição seja verdadeira. O símbolo “conector” unifica o fluxo ramificado pela decisão.

TABELA III
ESTRUTURA ESCOLHE-CASO

Linguagem Algorítmica	Linguagem Fluxográfica
Escolhe <var> caso valor1: Instruções1 caso valor2: Instruções2 Defeito: Instruções3 Fim escolhe	

A decisão em alternativa é transposta para a linguagem fluxográfica através de decisões condicionais encadeadas na parte esquerda (Falso) dos símbolos de “decisão”.

Estruturas de iteração

As estruturas de iteração são um conjunto de instruções que formam ciclos controlados por símbolos de “decisão”. A linguagem algorítmica tem dois tipos de estruturas de iteração: as estruturas de iteração com controlo inicial (*enquanto-faz* e *para-próximo*) [tabela IV] e [tabela V], e as estruturas com controlo final (*faz-enquanto* e *repete-até*) [tabela VI].

TABELA IV
ESTRUTURA ENQUANTO-FAZ.

Linguagem Algorítmica	Linguagem Fluxográfica
Enquanto <condição> faz Instruções Fim enquanto	

A estrutura *enquanto-faz* é traduzida para fluxograma utilizando um símbolo de “decisão” para o controlo da iteração, em que a parte direita aponta para o bloco a iterar e recebe o fluxo que sai do último símbolo.

A codificação fluxográfica da estrutura *para-próximo* é feita através da sua transcrição para a estrutura *enquanto-faz*. O bloco começa com um símbolo de “processo” que inicializa a variável de iteração seguido de um símbolo de decisão condicional com a expressão lógica de término da iteração. O fluxo originado pela “condição” com o valor verdadeiro aponta para a bloco a iterar que por sua vez aponta para um bloco de “processo” que actualiza a variável de iteração e regressa ao símbolo de “decisão”.

Na tabela V é apresentada a tradução de uma estrutura

para-próximo com incrementos de uma unidade à variável de iteração. A tradução completa desta estrutura para linguagem fluxográfica é composta de várias excepções devido ao facto da estrutura iterar com incrementos positivos e negativos não unitários, e a sua explicação pormenorizada escapa ao âmbito desta comunicação.

Nas estruturas de decisão com controlo final o bloco começa com um símbolo de conexão de fluxo seguido do bloco de iteração e do símbolo de “decisão”. Se o fluxo regressa ao símbolo de conexão através do fluxo gerado pelo

TABELA V
ESTRUTURA PARA-PRÓXIMO COM INCREMENTOS POSITIVOS.

Linguagem Algorítmica	Linguagem Fluxográfica
Para var de v1 ate v2 Instruções próximo	

valor verdadeiro da condição estamos na presença de uma estrutura *faz-enquanto* caso contrário estamos na presença de uma estrutura do tipo *repete-até*.

TABELA VI
ESTRUTURA REPETE-ATÉ E FAZ-ENQUANTO.

Linguagem Algorítmica	Linguagem Fluxográfica
Repete Instruções Até <condição>	
Faz Instruções Enquanto <condição>	

IV. CONVERSÃO ENTRE AS LINGUAGENS ALGORÍTMICA E FLUXOGRÁFICA

Através das regras enunciadas no ponto anterior, a linguagem algorítmica pode ser traduzida pelo Portugol IDE em linguagem fluxográfica de uma forma simples e directa.

A conversão da linguagem fluxográfica para a linguagem

algorítmica é um processo mais complexo devido a não haver uma correspondência unívoca entre símbolos e instruções. Os símbolos adquirem um significado na linguagem algorítmica através do contexto do fluxograma. Por exemplo, o símbolo de “decisão” pode corresponder a uma estrutura *enquanto-faz* ou *se-então-senão*.

Por outro lado a estrutura em grafo do fluxograma dificulta o processamento das estruturas computacionais uma vez que é necessário identificar onde as estruturas começam e terminam. Para a resolução deste problema utilizaram-se agentes inteligentes que navegam no fluxograma e que identificam as estruturas e o significado de cada símbolo no fluxograma. Após a identificação do significado de cada símbolo a tradução para a linguagem algorítmica baseia-se nas regras definidas no ponto anterior.

A linguagem algorítmica obriga à definição explícita dos dados antes da sua utilização e esta norma não se aplica à linguagem fluxográfica pois os dados são deduzidos implicitamente. Quando o utilizador executa o fluxograma os

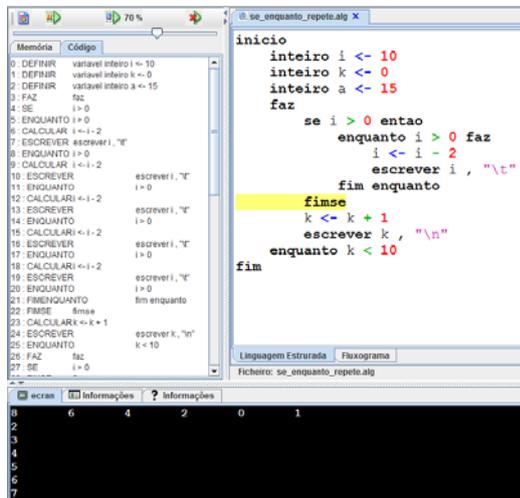


Fig. 1. Execução do algoritmo com a visualização da linguagem algorítmica, as instruções executadas e a consola.

tipos de dados são deduzidos e a conversão para a linguagem algorítmica gera um algoritmo executável. Caso contrário, o sistema identifica as variáveis mas não consegue deduzir o seu tipo e a definição destas variáveis fica com um tipo de dados indefinido, o que obriga o aluno a definir o tipo de dados na linguagem algorítmica.

V. EXECUÇÃO DO ALGORITMO

O Portugol IDE permite que a execução do algoritmo seja independente da linguagem onde o algoritmo foi escrito/desenhado.

A execução do algoritmo na linguagem algorítmica permite ao aluno visualizar a sequência de instruções executadas pelo algoritmo, [fig. 1] enquanto que a execução em forma gráfica permite que o aluno siga o fluxo de execução do algoritmo e veja graficamente as estruturas de decisão e execução [fig. 2].

A execução do algoritmo em modo de depuração permite a visualização do estado da memória do algoritmo e a forma

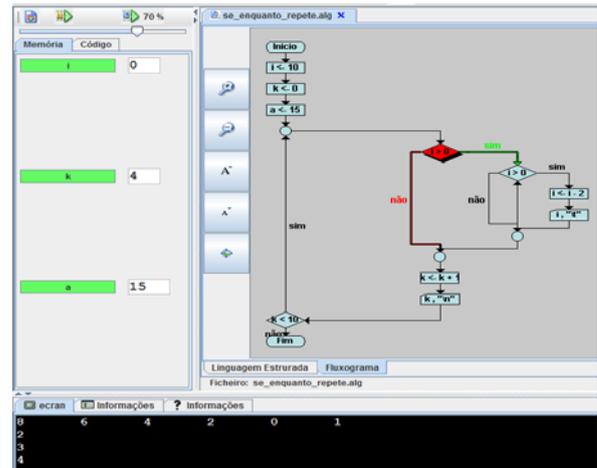


Fig. 2. Execução do algoritmo com a visualização da linguagem fluxográfica, o estado da memória e a consola.

como as instruções/símbolos afectam o seu estado.

VI. UTILIZAÇÃO DO PORTUGOL NO ENSINO SUPERIOR

O Portugol é freeware e open source estando a versão 2.3 disponível para download em [12] [fig. 3].

Desde que a ferramenta foi disponibilizada foram chegando várias reacções da comunidade que se podem enquadrar em dois campos: desenvolvimento e utilização.



Fig. 3. Web site do Portugol.

No campo do desenvolvimento temos assistido à criação de projectos paralelos (é usado o núcleo do portugol, mas são adicionadas outras funcionalidades), temos recebido pedidos de ajuda para a criação de projectos similares e temos ainda tido diversas ofertas de colaboração no projecto.

No campo da utilização temos recebido críticas muito positivas, pedidos de ajuda para codificação de algoritmos em Portugol, bem como pistas para a evolução do Portugol.

Actualmente o Portugol está a ser utilizado nas unidades curriculares de Introdução à programação nos cursos de engenharia da ESTT, nos Cursos de Especialização Tecnológica de Desenvolvimento de Produtos Multimédia e Tecnologias de Programação e Sistemas de Informação do Instituto Politécnico de Tomar e em várias instituições de Ensino Superior no Brasil, entre elas, o UDF - Centro Universitário.

Num estudo realizado em 2009 com 32 alunos do 1.º ano do curso de Engenharia Informática da ESGT constatou-se que a ferramenta Portugol é fácil e agradável de utilizar, é eficiente e fácil de lembrar. Na opinião dos alunos o módulo de escrita e execução em fluxograma, a visualização do estado das variáveis a ajuda na correcção de erros são úteis. Os alunos referem ser fácil codificar algoritmos e corrigir erros quando é usada esta ferramenta.

VII. CONCLUSÃO

Programar é uma tarefa difícil que é aprendida gradualmente através da introdução de novos conceitos e técnicas. Nesta aprendizagem consideramos que o passo mais difícil é o desenvolvimento do raciocínio algorítmico, o primeiro passo da programação e a base de todos os conceitos. A linguagem fluxográfica é uma linguagem simples de aprender devido ao seu pequeno número de símbolos e permite a criação de algoritmos de uma forma simples e imediata o que a torna adequada à iniciação do estudo da programação. Com base nestes pressupostos foi desenvolvido o Portugol IDE, com o objectivo de melhorar a aprendizagem da programação. Esta ferramenta utiliza duas linguagens de programação: a algorítmica e a fluxográfica. Através de agentes inteligentes, permite a execução dos algoritmos em linguagem fluxográfica e a sua tradução para uma linguagem próxima das linguagens de programação tradicionais com a grande vantagem de utilizar a língua materna dos alunos.

O suporte da ferramenta em ambiente Web é um dos principais aspectos que se encontram em desenvolvimento. Através da Web pretende-se disponibilizar dois serviços: i) um repositório de problemas e ii) um avaliador automático que permite validar, quase de imediato, os algoritmos submetidos pelos alunos. Estes dois serviços têm como principal objectivo fomentar o trabalho autónomo dos alunos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] [1] Butler, M., & Morgan, M., *Learning challenges faced by novice programming students studying high level and low feedback concepts*. In ASCILATE 2007 Singapore. 2007, p. 99-107.
- [2] [2] Lahtinen, E., Mutka, K., & Jarvinen, H., *A Study of the difficulties of novice programmers*. In *Proc. of the 10th Annual SIGCSE Conference on Innovation and Technology in Computer ITiCSE'05*, 2005, p. 14-18.
- [3] [3] Jenkins, T., *On the difficulty of learning to program*. In *Proc. of the 3rd Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Science*, 2002, p. 27-29.
- [4] [4] Mendes, A. J., *Software Educativo para apoio à aprendizagem de programação*. In J. Sánchez (Ed.), *Taller Internacional de Software Educativo*. Universidad de Chile: Santiago, 2001.
- [5] [5] Marcelino, M; Mihaylov, T., & Mendes, A., *H-SICAS, a Handheld Algorithm Animation and Simulation Tool To Support Initial Programming Learning*. In *38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Saratoga Springs, NY, 2008.
- [6] [6] Gomes, A., & Mendes, A. *Suporte à aprendizagem da programação com o ambiente SICAS*. Actas do V Congresso ibero-americano de informática educativa, Viña del Mar, Chile, 2000.
- [7] [7] Roberts, E., *An overview of MiniJava*. In *Proceedings of the 32nd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*, 2001, p. 1-5.
- [8] [8] Kolling, M., & Rosenberg, J., *Guidelines for teaching object orientation with Java*. In *Proceedings of the 6th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 2001, p. 70-74.

- [9] Parris, R., *Karel the robot: A gentle introduction to the art of programming*. John Wiley & Sons, 1981.
- [10] Haajanen, J., Pesonius, M., Sutinen, E., Tarhio, J., Teräsivirta, T., & Vanninen, P., *Animation of user algorithms on the Web*. In: *Proc. VL '97, IEEE Symposium on Visual Languages, IEEE 1997*, p. 360-367.
- [11] Ambiente de Aprendizado de Programação, <http://www.ufal.br/tci/ambap/> (Março de 2009)
- [12] Manso, A. & Oliveira, L. . Portugol IDE (2009). Portugol IDE, <http://orion.ipt.pt/~manso/Portugol/> (Março 2009)



António Manso nasceu em Frieira (Portugal) a 13/07/1971. Possui um mestrado em Inteligência Artificial Aplicada, pela Universidade Nova de Lisboa (2002) e uma licenciatura em Engenharia Informática pelo Instituto Politécnico da Guarda (1996) e aluno do doutoramento em informática na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. A sua área de investigação centra-se na computação evolutiva e no ensino de programação. É professor do departamento de Engenharia Informática do Instituto Politécnico de Tomar, onde lecciona disciplinas de programação, engenharia de software e inteligência artificial. É membro do LabMag - Laboratório de Modelação de Agentes desde 2005 e membro do IEEE desde 2010.



Luís M. L. Oliveira nasceu em Torres Novas (Portugal) a 05/10/1973. É mestre em Engenharia Electrónica e de Telecomunicações pela Universidade de Aveiro (2004) e é aluno do doutoramento em engenharia informática na Universidade da Beira Interior. É membro do grupo de redes e multimedia no Instituto de Telecomunicações desde 2001. A sua área de investigação está relacionada com as redes de sensores em malha e com o multicast e a mobilidade em redes IPv6. Está envolvido quer em parcerias públicas, quer em parcerias com a indústria, salientando-se a participação em projectos europeus relacionados com a temática da "Future Internet", nomeadamente: EU ICT FP7 NoE Euro-NF. É assistente no Departamento de Engenharia Informática da Escola Superior de Tecnologia de Tomar, onde lecciona as unidades curriculares de Redes de Dados, Gestão e Segurança de Redes de Computadores, de Projecto de Redes e de Introdução à Programação.



Célio G. Marques nasceu em Tomar (Portugal) a 24/06/1975. Possui uma Licenciatura em Informática e Gestão na Escola Superior de Gestão de Santarém, Portugal (1999), um Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia na Universidade Aberta em Lisboa, Portugal (2003), uma Pós-Graduação em Técnicas e Contextos de e-Learning na Universidade de Coimbra, Portugal (2003) e encontra-se a fazer Doutoramento em Ciências da Educação, Área de TECNOLOGIA EDUCATIVA na Universidade do Minho em Braga, Portugal.

Ele é PROFESSOR da Área de Tecnologias de Informação e Comunicação da Escola Superior de Gestão do Instituto Politécnico de Tomar. Esteve envolvido em projectos relacionados com a informática na educação, entre eles, o Programa "Internet na Escola" e prestou consultoria informática a várias empresas. É autor de diversas publicações, entre elas, o livro "Os Hipermedia no Ensino Superior" (Cartaxo: T-Media, 2005), o software "Arquitectura de Computadores" (Cartaxo: T-Media, 2005), e o capítulo "e-QUAL: A Proposal to Measure the Quality of e-Learning Courses" do livro "Advances in e-Learning: Experiences and Methodologies" (Hershey, New York: Information Science Reference, 2008). A sua investigação tem-se centrado na concepção, desenvolvimento e avaliação de ambientes de aprendizagem interactivos; concepção, desenvolvimento e avaliação de objectos de aprendizagem; utilização da Web 2.0 em contexto educativo; e ensino a distância (e-Learning e b-Learning).

Capítulo 16

Uma Plataforma Tecnológica para o Ensino de Engenharia de Controle

Adelson S. Carvalho, Dante A. C. Barone, Milton A. Zaro

Title—A Technological Platform for Teaching Control Engineering.

Abstract—This paper presents a technology platform as a resource for the teaching of control engineering. The platform in question combines the educational potential of software of design and simulation of control systems - MATLAB® - and the connection between this software and a pilot distillation column. The research hypothesis is that the use of technology platforms such as this help to develop aspects not only stimulated with simulation. Therefore, an experiment based on the constructivist and socio-interactionist theory has been designed to detect students development and to capture their impressions of the platform. The results are presented as graphs and impressions reports of the teacher.

Keywords— Constructivist theory, control systems, technological platform.

Abstract—Este trabalho apresenta uma plataforma tecnológica como recurso didático para o ensino de engenharia de controle. A plataforma em questão combina o potencial educacional do software de projeto e simulação de sistemas de controle - MATLAB® - e a conexão deste software a uma coluna de destilação piloto. A hipótese de pesquisa é que a utilização de plataformas tecnológicas como esta ajudam a desenvolver aspectos relevantes não estimulados apenas com simulação. Para tanto, um experimento baseado na teoria construtivista e sócio-interacionista foi concebido para detectar a evolução dos alunos e captar suas impressões sobre plataforma. Os resultados são apresentados na forma de gráficos e relatos das impressões do professor.

Este trabalho foi apresentado originalmente no XIV CICLO DE PALESTRAS NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO 2009.

Adelson S. Carvalho professor do Instituto Federal Fluminense, Núcleo de Informática na Educação (NIE), Campos-RJ, Brasil/Doutorando do Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil. (e-mail: acarval@iff.edu.br).

Dante A. C. Barone professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Porto Alegre-RS, Brasil. (e-mail: barone@inf.ufrgs.br).

Milton A. Zaro professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Informática na Educação, Porto Alegre-RS, Brasil. (e-mail: zaro@ufrgs.br).

Keywords— plataforma tecnológica, sistemas de controle, teoria construtivista.

I. INTRODUÇÃO

A ênfase no ensino de técnicas no lugar de conceitos resulta em um rápido esquecimento por parte dos alunos. O ensino da teoria desvinculado dos aspectos práticos não prepara adequadamente o aluno para o exercício da profissão. (Ribas *et al.* 1998 citado por [12]).

Atualmente no ensino de engenharia os métodos utilizados pelos professores não contribuem de forma significativa para o desenvolvimento das habilidades e competências necessárias ao profissional, sobretudo em um curso de engenharia de controle e automação.

As teorias selecionadas para a concepção didático-pedagógica desta plataforma têm, como principal argumento, a tentativa de aproximação do ensino de engenharia, tipicamente instrucionista, ao paradigma mais adequado para a construção do saber, do conhecimento e das competências inerentes a este profissional, em contraponto as teorias positivistas e comportamentalistas dominantes neste segmento da educação de nível superior. Dotada de um software de projeto e simulação de sistemas de controle e ainda de integração entre o software de simulação e um sistema real em escala, a referida plataforma, proporciona ao aluno o ambiente favorável ao desenvolvimento de competências e habilidades necessárias a sua profissão.

Segundo [11] as recomendações da ABET— *Accreditation Board for Engineering and Technology*, instituição norte-americana que procura estabelecer critérios de qualidade específicos para cada habilitação, os cursos de graduação devem estimular a capacidade para aplicar conhecimento de matemática, ciências e engenharia; projetar e conduzir experimentos; analisar e interpretar resultados; projetar um sistema, componente ou processo para atender a determinados requisitos; atuar em equipes multidisciplinares; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; poder compreender a natureza da ética e da responsabilidade

profissional; comunicar-se efetivamente (por escrito e oralmente); entender o impacto das soluções da engenharia no contexto social e ambiental; buscar a aprendizagem permanente; e ainda usar técnicas e ferramentas modernas para o exercício da prática da engenharia.

Com o suporte computacional apropriado este profissional, ainda em formação, tem acesso a situações-problema comuns em seu ambiente profissional desde que em consonância a este recurso seja elaborada uma estratégia didático-pedagógica por parte do professor que favoreça a produção/autoria e o desenvolvimento do educando. Para tanto, certos aspectos não podem deixar de ser destacados como, por exemplo, o processo avaliativo.

É comum em cursos de engenharia que os professores, exímios transmissores de conhecimento – como se o conhecimento pudesse ser transmitido e não construído – entendem como avaliação um processo de confronto entre as respostas do professor e as respostas do aluno, buscando uma medida de aproximação entre as duas para gerar uma provável nota ou conceito que representa todo o aprendizado do indivíduo ao longo do semestre letivo.

Acompanhamento do processo de construção de conhecimento implica favorecer o desenvolvimento do aluno, orientá-lo nas tarefas, oferecer-lhe novas leituras ou explicações, sugerir-lhe investigações, proporcionar-lhe vivências enriquecedoras e favorecedoras à sua ampliação do saber [6].

No contexto da formação fundada em paradigmas que se constituem a partir do construtivismo, das pedagogias críticodialógicas e sócio-interacionistas, a avaliação educacional não é algo que está dissociada do grande conjunto processual que configura a educação formal escolar e universitária. Ela é intrínseca à prática educativa, ao ensino e à aprendizagem [1].

Todavia, o processo de avaliação da aprendizagem deve ser contínuo e presente ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem, uma avaliação estanque como uma prova não será capaz de representar todo o conhecimento construído nas estruturas cognitivas do aluno.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: na seção 2 é apresentado um breve estado da arte da utilização de plataformas tecnológicas semelhantes, na seção 3 é apresentada a plataforma tecnológica proposta, destacando seus principais componentes constituintes. Na seção 4 apresenta-se a proposta de caracterização de um experimento didático-pedagógico concebido e na seção 5 os resultados do estudo de caso. Na seção seis as considerações finais do trabalho.

II. UM BREVE ESTADO DA ARTE

O estado da arte que congrega diversos estudos relacionados à plataforma proposta pode ser abordado de forma bastante resumida nos próximos parágrafos. É importante destacar que apesar da similaridade da plataforma proposta com os diversos laboratórios remotos mencionados

nos trabalhos que se seguem, este trabalho tem como intuito utilizar o recurso tecnológico como facilitador para um experimento didático-pedagógico que objetiva investigar a importância desta plataforma para o ensino de engenharia de controle e automação.

[2] baseiam-se no paradigma do aprendizado à distância, no qual aluno, professor e equipamento estão geograficamente separados, para desenvolver um laboratório de acesso remoto em tempo real para ensino de engenharia de controle. Todo o aparato implementado permite que os alunos possam desenvolver, compilar e depurar os programas a distância e em um segundo momento, realizar experimentos on-line para controle de um manipulador robótico.

[7] utilizam o software Labview para controle de sistemas elétricos como circuitos RLC e motores elétricos. Através da Internet acessam parâmetros do Labview, permitindo que o usuário possa interagir com os sistemas nele simulados.

[10] desenvolvem um sistema baseado em Internet para ensino de engenharia de controle. Este sistema permite visualização e simulação de sistemas dinâmicos de forma mais abrangente devido a utilização de um web-browser padrão. Utilizam para animação dos sistemas dinâmicos a linguagem VRML (Virtual Reality Modelling Language), além de contar com estes recursos o curso virtual é composto por tutoriais, exercícios e experimentos virtuais.

[4] apresentam um sistema para controle remoto de processos em tempo real através da Internet, seguindo uma arquitetura cliente-servidor. Uma interface de projeto e sintonia de controladores fuzzy é disponibilizada para o usuário. O equipamento acessado remotamente é um pêndulo. Testes foram realizados entre as universidades UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora) e UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) para validar a capacidade de acesso remoto do sistema.

[13] apresenta uma proposta de controle supervisão e monitoramento de processos industriais pela Internet. Apresenta o trabalho sob a luz dos três contextos envolvidos: a planta industrial, o servidor e o cliente. Através da integração de tecnologias web e redes *fieldbus*, propiciam acesso remoto por parte dos usuários aos dispositivos que se comunicam via protocolo *Foundation Fieldbus*. Apresenta avanço em relação a outros laboratórios remotos pela proximidade entre a planta piloto utilizada e as encontradas na indústria.

[3] desenvolvem um laboratório para o ensino remoto de técnicas de controle de processos. Os módulos de controle disponíveis no laboratório são: controle de posição, controle de velocidade, ambos de um motor DC, nível de tanque, e simulador de helicóptero. Foca na competição entre os usuários e seus algoritmos de controle, criando um ranking para os que desenvolvem algoritmos com melhor desempenho.

[5] apresentam um laboratório on-line para experimentos em um sistema não linear multivariável, três tanques acoplados, permitindo que estudantes possam aprender na prática, aspectos fundamentais de controle de processos.

Através da integração das ferramentas: EJS (Easy Java Simulations) e eMersion – ferramenta colaborativa de experimentos on-line, os envolvidos podem ter uma maior flexibilidade na realização dos experimentos.

Partindo deste cenário, é perceptível um grande enfoque na verificação da validade da ferramenta apenas de forma quantitativa e no processo de construção destas plataformas tecnológicas. O propósito deste trabalho é observar a evolução do aluno durante a utilização da ferramenta, o que leva basicamente todo o semestre letivo, lançando mão de dois instrumentos de verificação: um questionário para os alunos e os registros das impressões do professor.

III. A PLATAFORMA TECNOLÓGICA PROPOSTA

A elaboração de uma plataforma tecnológica para o ensino de engenharia de controle passa pela utilização de recursos computacionais e tecnológicos existentes e disponíveis no laboratório de automação industrial do Instituto Federal A. Estes recursos, ora explorados separadamente, agora passam a integrar um ambiente de projeto, simulação, implementação e testes para estratégias de controle avançado.

Diferente dos muitos laboratórios acessados remotamente disponíveis em instituições de ensino pelo mundo, o propósito deste laboratório é servir como base para estudos de alunos matriculados em um curso regular e presencial, deixando claro que a intenção, pelo menos não inicial, deste trabalho não é investigar as vantagens destes laboratórios para educação à distância.

A plataforma concebida é dotada de três elementos constituintes básicos:

1. Sistema real, representado na forma da coluna de destilação piloto.
2. Software de projeto e simulação de sistemas de controle MATLAB/SIMULINK®.
3. Integração do software acima relacionado com o sistema real em questão, através de um sistema de medição e aquisição de dados industrial – Foundation Fieldbus (SYSCON®) e os servidores OPC que integram o pacote SYSTEM302 do fabricante Smar®.

A opção por softwares proprietários se deve ao fato da não existência de softwares equivalentes para as funções inerentes à aplicação, salientando que todos os softwares utilizados são devidamente licenciados. A Figura 1 apresenta na forma de diagrama os elementos constituintes da plataforma.



Figura 1. Componentes da plataforma tecnológica.

A. A coluna de destilação

Em diversos laboratórios do curso de automação do Instituto Federal A existem protótipos de plantas e processos industriais. Por meio de sistemas de medição e aquisição de dados similares aos utilizados em ambiente industrial, estes protótipos permitem aos alunos a interação com o equipamento e aprendizado de técnicas de identificação e controle de processos que são utilizadas por engenheiros de controle e automação. Dentre os laboratórios existentes o que mais se aproxima de um processo industrial nos quesitos sistema de instrumentação e capacidade produtiva, é a coluna de destilação piloto. Uma imagem da coluna de destilação pode ser vista na Figura 2.



Figura 2. Coluna de destilação piloto.

B. Integração de softwares de comunicação

Esta coluna possui um sistema de supervisão e controle bem próximo da realidade encontrada nas indústrias de transformação que baseiam seus processos na destilação, destacam-se usinas de açúcar e álcool e refinarias de petróleo.

Por meio de uma integração entre o SYSCON® e seus servidores OPC instalados é possível realizar o acesso aos parâmetros dos instrumentos ligados à planta, desta forma possibilitando a medição de variáveis e também atuação em elementos finais de controle como as válvulas de controle de vazão. Esta disponibilidade de dados será utilizada pelo MATLAB® para o último nível de integração permitindo o controle da coluna de destilação.

C. O software de projeto e simulação

O MATLAB® possui uma grande aceitação por parte de engenheiros por conter *toolboxes* para diversas áreas do conhecimento científico, sobretudo nas engenharias. Em termos de engenharia de controle ele possui um ambiente gráfico que trabalha com o conceito de diagrama de blocos e fluxos de sinal para o projeto e simulação de sistemas de controle conhecido como SIMULINK®. A partir da versão 7 o MATLAB® passou a contar com um *toolbox* específico para comunicação OPC que é o protocolo de transferência dinâmica mais utilizado na indústria, proporcionando então a integração de um software utilizado na academia à

equipamentos de porte industrial, como os instrumentos da coluna de destilação.

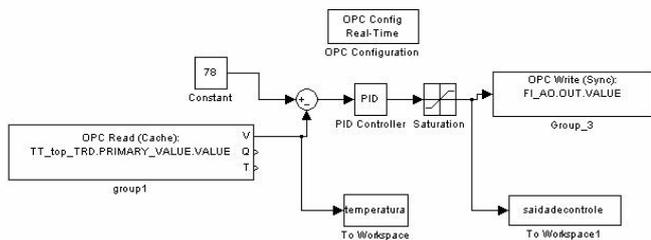


Figura 3. Sistema de controle com comunicação OPC.

A Figura 3 apresenta uma tela do SIMULINK® com um sistema de controle implementado acessando parâmetros dos instrumentos a partir de blocos de comunicação OPC. Os sistemas de controle projetados e simulados pelos alunos podem então ser testados no sistema real.

IV. CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento didático-pedagógico foi realizado no âmbito do Instituto Federal A e utilizou como campo empírico os alunos do 8º período do curso superior de engenharia de controle e automação, mais especificamente circunscrito aos alunos matriculados na disciplina de controle avançado.

Certos aspectos devem ser observados ao longo do semestre letivo para que, no final do curso, seja possível a compilação e análise dos resultados sob a luz das teorias envolvidas. Levando em conta tais aspectos, na caracterização do experimento didático-pedagógico são apresentadas as etapas constituintes.

Dentre estas etapas, pode-se destacar:

- ✓ Estruturação física do laboratório. Os alunos ficam dispostos em computadores sobre bancadas com processador de dois núcleos de 2.4 GHz com Cache de 2MB, 2GB de RAM, disco rígido de 120 GB padrão SATA, monitor LCD TFT 19" Widescreen com base conforme regras ABNT, teclado ABNT2. Estes PC's estão conectados a um Hub juntamente com a DFI (Device Fieldbus Interface) permitindo o acesso de todos os computadores à planta. Licença para o MATLAB® versão R2006a para até 20 máquinas na rede.
- ✓ Verificação das impressões relativas à evolução dos alunos na forma de registros diários feitos pelo professor da disciplina. O extrato destes registros é apresentado na seção 5.
- ✓ Registro das impressões dos alunos com relação à plataforma. Foi utilizada uma versão modificada do instrumento SERVQUAL, originário da verificação da qualidade de serviços, mais informações serão apresentadas na seção 5.

Esta proposta de experimento delinea que ao longo das aulas o professor desempenha o papel de idealizador e problematizador para o aluno, bem como um possível parceiro no processo de ensino-aprendizagem ora como um auxiliador do aluno, ora como instigador de novas investigações.

As etapas da metodologia sugerida para a caracterização e execução do experimento estão galgadas na premissa de que, não é correto enxergar o processo de ensino-aprendizagem como um processo estanque que inicia em certo ponto e termina em outro com uma avaliação de conceitos, mas sim como um processo contínuo que promove evolução diária e que necessita de períodos de reflexão entre processos de assimilação e acomodação seqüenciais e resultando na tão destacada abstração reflexionante de [9] fruto não apenas de ações do indivíduo, mas da coordenação de ações.

Dentro desta realidade a plataforma tecnológica proposta se insere como um ambiente no qual os alunos poderão projetar, simular e implementar os sistemas de controle avançado concebidos e testar o seu desempenho sobre a coluna de destilação piloto.

V. RESULTADOS

Os resultados do experimento foram divididos em duas partes, uma relativa aos relatos das impressões do professor em sala de aula e a outra relativa à verificação da lacuna existente entre a expectativa e a percepção dos alunos ao utilizarem a plataforma computacional proposta.

[8] apresentaram a metodologia que utilizaram para a criação da escala SERVQUAL. Trata-se de um processo iterativo de avaliação da qualidade de cinco empresas do ramo de serviços na década de 80 nos EUA e subsequente verificação da consistência interna dos questionários através do coeficiente alpha de Cronbach¹. A partir de cento e cinquenta itens os autores chegam a um questionário final com apenas vinte e dois itens, podendo estes itens ainda ser reduzidos. Neste trabalho foram elaborados apenas dez itens, dando origem ao questionário aplicado aos alunos.

A escolha pela escala SERVQUAL neste trabalho é motivada pela facilidade em quantificar valores subjetivos e impressões dos clientes, neste caso os alunos, e sua importante capacidade de demonstrar a lacuna entre expectativa e percepção tornando um pouco mais tangíveis os aspectos verificados.

Os alunos avaliaram cada um dos dez itens em relação à expectativa e percepção, para isso eles tiveram que enquadrar os itens em uma das posições da escala numérica composta por sete posições conhecida como escala de Likert² em função do seu nível de concordância com a afirmação apresentada. De acordo com o trecho retirado do questionário:

A plataforma tecnológica utilizada facilitou nas tarefas a serem realizadas.

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

Outros exemplos de afirmações utilizadas podem ser apresentados como: *A plataforma tecnológica utilizada é indispensável para realização das tarefas; A plataforma foi relevante para a sedimentação dos conceitos trabalhados em*

¹ Alpha de Cronbach é um coeficiente utilizado como medida de consistência interna de questionários.

² Escala de Likert é uma escala de cinco ou sete valores utilizada para quantificar aspectos subjetivos.

sala de aula; A plataforma tecnológica auxilia no desenvolvimento de competências necessárias à sua formação profissional. Ao todo foram utilizadas dez afirmações.

A partir dos dados coletados por meio do questionário foi possível estabelecer graficamente a diferença entre expectativa e percepção, em termos de frequência das respostas, dando origem ao gráfico da Figura 4.

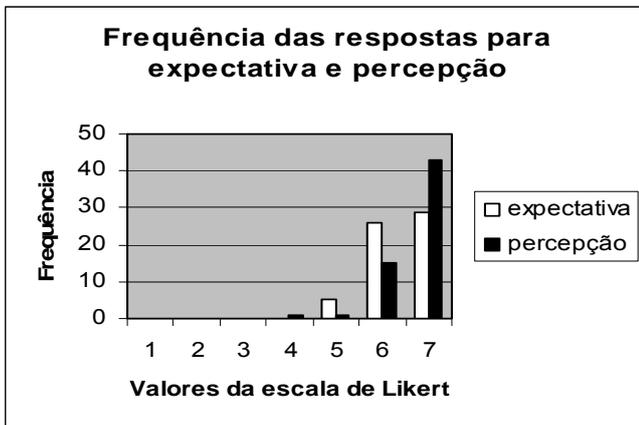


Figura 4. Gráfico de frequência das respostas para a expectativa e a percepção.

Percebe-se no gráfico da Figura 4 uma frequência bastante elevada para o valor sete no aspecto da percepção. Pode-se concluir a partir disso que em grande parte dos itens do questionário os alunos concordam fortemente com a afirmação proposta. De outra forma a frequência não menos elevada dos valores seis e sete para a expectativa sugere que os alunos possuíam uma boa expectativa quanto à ferramenta, que é confirmada ou superada positivamente na percepção.

O acompanhamento dos alunos ao longo do semestre letivo foi realizado de forma diária pelo professor da disciplina de controle avançado, apenas o extrato de suas impressões será sumariado neste artigo, dando enfoque às impressões mais relevantes. A turma é composta de oito alunos do oitavo período do curso de engenharia de controle e automação. Todos os trechos a seguir (em itálico) se referem a falas do professor da disciplina.

De forma geral os alunos obtiveram um excelente desempenho na disciplina. Desempenho este que foi verificado ao final do semestre, todavia o conhecimento foi sendo construído a cada interação em sala de aula.

Analisando o comentário do professor é possível verificar que a evolução dos alunos durante o semestre foi bastante evidente, refletindo nos resultados de desempenho ao final do semestre letivo.

Os alunos inicialmente tiveram aulas expositivas de fundamentação teórica sobre as principais técnicas de controle avançado.

Em certo ponto os alunos obtiveram explicações sobre a utilização da plataforma tecnológica proposta para desenvolvimento e aplicação de sistemas de controle avançado.

Uma fundamentação teórica foi necessária para municiar os alunos para que possam, mais facilmente, alcançar os objetivos que são propostos em etapas subseqüentes.

A partir daí, os alunos foram incentivados a trabalhar por projetos e a solucionar problemas específicos de controle utilizando a plataforma. Em diversas aulas os alunos apresentaram bastante iniciativa e se auxiliavam demonstrando capacidade de trabalho em equipe.

Ao trabalhar com um novo modelo de aula que favoreceu a participação e produção, e estimulados a trabalhar por projetos, se estabeleceu um clima propício para o desenvolvimento de competências bastante valorizadas como o trabalho em equipe.

Por meio de um trabalho de fim de período no qual os alunos tiveram que projetar, implementar e testar um sistema de controle avançado utilizando a plataforma proposta, foi possível perceber que eles já possuíam desenvoltura na manipulação da ferramenta. Ao findar do semestre os alunos apresentaram seus projetos e sistemas de controle funcionando de acordo com as especificações.

É possível verificar que eles desenvolveram a principal competência necessária a um engenheiro de controle e automação, ou seja, desenvolvimento e aplicação de uma estratégia de controle para processos industriais.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebe-se que o ambiente proposto visa proporcionar aos alunos um ambiente favorável para o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para um engenheiro de controle e automação, como os apresentados em [11], desta forma atinge o objetivo a partir da análise dos resultados apresentados.

A concepção didático-pedagógica do experimento e a análise dos resultados foram desenvolvidas no sentido de aproximação das teorias construtivistas, principalmente nos aspectos de fundamentação da proposta e instrumentos utilizados para obtenção dos resultados. Os resultados obtidos pela aplicação dos instrumentos foram considerados satisfatórios para um estudo piloto. Pode-se verificar tal afirmação a partir da apresentação dos resultados de forma gráfica para a aceitação da plataforma por parte dos alunos e também na forma dos relatos do professor.

Sugere-se para trabalhos futuros a aplicação em outras turmas de controle avançado e elaboração/utilização de novos instrumentos para acompanhamento da evolução dos alunos durante o semestre letivo como, por exemplo, relatório diário.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal Fluminense especificamente ao Núcleo de Informática na Educação e a Universidade Federal do Rio Grande do Sul especificamente ao Programa de Pós-graduação em Informática na Educação.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Ahlert, "A avaliação como um processo interno da prática pedagógica". In: *Caderno de Educação Física: estudos e reflexões*, Marechal Cândido Rondon, v. 4, n. 8, p. 119-125, 2002.
- [2] B. Aktan, C.A Bohus, L. A. Crowl, M. H. Shor, "Distance learning applied to control engineering laboratories". In: *IEEE Transactions on Education*, New York, v.39, n.3, p.320-326, Aug., 1996.
- [3] M. Casini, D. Prattichizzo, A. Vicino, "E-learning by remote laboratories: a new tool for control education". In: *IFAC Symposium on advances in control education*, Finland. University of Oulu. p.95-100, 2003.
- [4] M. F. Clume, F. J. Gomes, "NetControl: Ambiente para controle de processos em tempo real". In: *Anais do VII Encontro de Ensino em Engenharia*. Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, 2001.
- [5] R. Dormido, H. Vargas, N. Duro, J. Sánchez, S. Dormido-Canto, G. Farias, F. Esquembre, S. Dormido, "Development of a web-based control laboratory for automation technicians: the three-tank system". In: *IEEE Transactions on Education*, New York, v.51, n.1, p.35-44, Feb, 2008.
- [6] J. Hoffmann, "Avaliação mediadora: uma relação dialógica na construção do conhecimento", 1994. Disponível em <http://www.crmariocovas.sp.gov.br>. Acesso em: 20 jul. 2005.
- [7] S. Liou, H. Soelaeman, P. Leung, "Distance Learning Power Engineering Laboratory". Submitted to *IEEE Computer Applications in Power*, 1999.
- [8] A. Parusuraman, V. A. Zeitham, L. L. Berry, "A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research", In: *Journal of Marketing*, p. 41-50, 1985.
- [9] J. Piaget, "Epistemologia Genética", São Paulo: Martins Fontes, 2007 (Col. Psicologia e Pedagogia).
- [10] C. Schmid, A. Ali, "A web-based system for control engineering education". In: *Proceedings of the American Control Conference*, Chicago: AACC. p.3463-3990, 2000.
- [11] F. Schnaid, M. I. Timm, M. A. Zaro, "Considerações sobre uso de modelo construtivista no ensino de Engenharia - disciplina de projeto, com graduandos e mestrands". In: *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre:UFRGS, v. 1, n. 1, 2003.
- [12] M. B. R. Vallim, J. Farines, J. E. R. Cury, "Em direção à melhoria do ensino na área tecnológica: a experiência de uma disciplina de introdução à engenharia de controle e automação". In: *Anais do XIII Congresso Brasileiro de Automática - CBA 2000*, Florianópolis - SC - Brasil.
- [13] R. P. Zeilmann, "Uma estratégia para controle e supervisão de processos industriais via Internet". *Dissertação, mestrado em Engenharia Elétrica*, UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.



Adelson S. Carvalho graduado no Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial pelo Instituto Federal Fluminense em Campos-RJ no ano de 2004. Pós-graduado em Produção e Sistemas pelo Instituto Federal Fluminense em Campos-RJ no ano de 2007, Mestre em Engenharia de Produção, com ênfase em Pesquisa Operacional pela UENF Universidade Estadual do Norte Fluminense no ano de 2008, Doutorando do PPGIE Programa de Pós-graduação em Informática na Educação da UFRGS, com defesa prevista para 2011. Atualmente é professor de ciência e tecnologia do Instituto Federal Fluminense em Campos-RJ, ministra no curso técnico de automação disciplinas como: redes industriais, informática aplicada, processos industriais e controladores lógicos programáveis. Na Engenharia de Controle e Automação é professor das cadeiras de processamento de sinais, controle avançado e laboratório de controle e automação. Trabalha com pesquisa nas áreas de inteligência artificial aplicada a controle de processos, identificação de sistemas, otimização de sistemas de controle, pesquisa operacional com ênfase em algoritmos genéticos na otimização de processos produtivos, informática na educação com foco no ensino de engenharia, teorias construtivistas e plataformas tecnológicas para o ensino de engenharia de controle.



Dante A. C. Barone possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1978), especialização em Engenharia Nuclear pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1978), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (1981), doutorado em Informática pela Institut National Polytechnique de Grenoble (1984) e pós-doutorado pela Centre National d'Études de Télécommunications (1989). Atualmente é Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Consultor do Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco, Consultor do Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Sócio da Sociedade Brasileira de Computação, Outros do Ministério da Educação, Consultor da Financiadora de Estudos e Projetos, Direção e Administração da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência - São Paulo, Avaliador Institucional do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Revisor de periódico da Pattern Recognition Letters e Diretor de Secretarias Regionais do Comissão Executiva Nacional do Program de Educação Tutorial. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Computação.



Milton A. Zaro possui graduação em Física pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (1973), mestrado em Eng. Metalúrgica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1977), doutorado em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1992) e pós-doutorado pela Universidade Federal de Sta. Catarina (1993). Atualmente é professor/pesquisador (aposentado) convidado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no PGIE - P.G. em Informática na Educação e coordenador do lab. de pesquisa em Biomecânica do IBTeC - Instituto Brasileiro do Couro Calçado e Artefatos, N.Hamburgo- RS, atuando principalmente nos seguintes temas: biomecânica, biomecânica; instrumentação; bioengenharia, ensino tecnológico, aquisição e processamento matemático de dados e instrumentação.

Capítulo 17

Experiencia de adaptación al EEES del primer curso de Ingeniero de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo

Irene Díaz, Fernando Las-Heras, Marta Hernando, José Ángel Huidobro y José Ramón Villar

Title—An adaptation experience of the first course of Telecommunications Engineer degree to the EHEA.

Abstract— The merging process which is taking place in the European Higher Education Area (EHEA) implies significant changes in relation to the current University systems. From a practical point of view, the introduction of the European Credit Transfer System (ECTS) is the most important change. This reform will lead to the need to design new study plans and modify the traditional systems of education. Having this change in mind, it may seem appropriate to carry out new experiences which will allow both professors and the academic heads to face the problems in the near future. This paper describes the project developed at the Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón during the 2007/08 academic year to introduce the new credit system in the first year of the degree in Telecommunications Engineering and the conclusions taken out.

Keywords— European Credit Transfer System, European Higher Education Area, content and course coordination.

Abstract— El proceso de convergencia que está teniendo lugar en la Enseñanza Superior Europea conlleva cambios importantes en la estructura de los sistemas actuales de la enseñanza universitaria. Desde un punto de vista práctico, quizá el más trascendente sea la implantación del sistema de créditos ECTS. Esta reforma educativa trae consigo la necesidad de diseñar nuevos planes de estudio y de modificar los sistemas tradicionales de enseñanza según las directrices marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior. Teniendo presente este proceso de cambio, parece conveniente la realización de experiencias que permitan tanto a los responsables académicos como a equipos

Este trabajo fue presentado originalmente al Seminario Anual de Automática, Electrónica Industrial e Instrumentación que tuvo lugar en Julio de 2009 en Leganés (Madrid)

Irene Díaz y José Ramón Villar pertenecen al Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo.

Fernando Las-Heras y Marta Hernando (mmhernando@uniovi.es) pertenecen al Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas de la Universidad de Oviedo.

José Ángel Huidobro pertenece al Departamento de Matemáticas de la Universidad de Oviedo.

docentes enfrentarse con la problemática que habrá que abordar en un futuro próximo. En este artículo se presenta el trabajo de preparación y planificación realizado durante el curso 2007-2008 en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón (EPSIG) para la implantación en el primer curso de Ingeniería de Telecomunicación de una adaptación del plan de estudios actual a un plan basado en el ECTS, así como las primeras conclusiones tras la puesta en marcha del proyecto en el curso 2008-2009.

Palabras clave— Sistema Europeo de Transferencia de Créditos, Espacio Europeo de Educación Superior, coordinación de contenidos y de curso.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo general del proyecto es realizar una experiencia piloto que permita afrontar la problemática que indudablemente surgirá en un futuro próximo al cambiar del sistema actual de enseñanza universitaria a un sistema basado en créditos ECTS.

Como objetivos específicos se propusieron:

- 1) Elaborar una guía docente de primer curso conforme a EEES y según el ECTS.
- 2) Coordinar actividades docentes conjuntas entre varias asignaturas (prácticas y trabajos conjuntos, etc.) que permitan el desarrollo de capacidades que individualmente, a nivel de asignatura, no se puedan implantar.
- 3) Coordinar temarios de asignaturas.
- 4) Evaluar los retos para una transición hacia la implantación global de la titulación.
- 5) Proponer nuevas metodologías orientadas a fomentar el aprendizaje del alumno y la adquisición de nuevas capacidades del alumnado (trabajo en grupos, acciones tutoriales, iniciativa,...).
- 6) Formar, concienciar y capacitar al profesorado en la elaboración de guías docentes y fichas de asignaturas conforme al EEES.
- 7) Cuantificar el tiempo que alumnos y profesores dedican a

las asignaturas.

- 8) Elaborar una memoria en la que se incluirá el trabajo realizado, la guía docente, un plan de puesta en marcha para el curso 2008-2009 y un plan de seguimiento.
- 9) Difundir la experiencia.

La propuesta tenía que respetar las condiciones de contorno impuestas por el hecho de que se trata de una adaptación basada en el actual plan de estudios, lo que obligó a mantener el número de horas de clase presencial y el número de grupos tanto de teoría como de prácticas, así como los descriptores de contenidos del plan de estudios vigente.

Como resultado final se diseñó un plan de adaptación de la situación actual a un modelo basado en el sistema ECTS. El plan se está implantando durante el curso 2008-2009. También se pretendía analizar la experiencia e introducir las modificaciones oportunas para el curso siguiente de manera que para el curso 2010-2011 el plan ya fuera definitivo. Esta planificación se ha visto alterada por la decisión por parte del Vicerrectorado de Ordenación Académica de la Universidad de Oviedo de dar por terminados todos los planes piloto de adaptación al EEES para el curso 2009-2010. No obstante, las conclusiones obtenidas serán de indudable aplicación en la

Tabla 1 Plan de implantación

Fecha	Descripción
Curso 2008-2009	Implantación de las guías docentes
Noviembre 2008	Análisis de la puesta en marcha de la acción docente del primer cuatrimestre
Enero 2009	Recogida de datos de la acción docente del primer cuatrimestre
Marzo 2009	Evaluación de la acción docente del primer cuatrimestre
Abril 2009	Análisis de la puesta en marcha de la acción docente del segundo cuatrimestre
Junio 2009	Recogida de datos de la acción docente del segundo cuatrimestre
Septiembre 2009	Evaluación de la acción del curso y elaboración de informe
Curso 2009-2010	Adecuación y revisión de las metodologías
Curso 2010-2011	Completa integración en el EEES de acuerdo a los contenidos del Informe Final

inminente puesta en marcha de los nuevos planes de estudio.

En la tabla 1 se presenta un resumen del plan de implantación previsto inicialmente.

II. PRELIMINARES A LA GUÍA DOCENTE: CRÉDITOS ECTS Y COMPETENCIAS

En relación a la creación de un EEES, uno de los objetivos formulados en la declaración de Bolonia [1], ratificado en reuniones posteriores de ministros europeos, es el de facilitar la movilidad y la comparación entre universidades. En este sentido, las guías docentes desempeñan un papel fundamental pues en ellas debe recogerse toda la programación docente ofertada por las universidades. Puede decirse que la guía docente es el documento que recoge el compromiso de las universidades respecto a la formación de sus estudiantes [1].

La publicación de guías docentes hace ya tiempo que es habitual en la enseñanza superior. Ahora bien, la adopción de un modelo de enseñanza basado en un sistema de créditos como el ECTS supone un cambio importante en el diseño de

las guías. Los sistemas tradicionales de enseñanza basan los objetivos formativos en el aprendizaje de contenidos y los créditos contabilizan el número de horas que el profesor dedica a las explicaciones. En el sistema ECTS la formación está orientada por todas las competencias que los estudiantes deben alcanzar al terminar su formación y los créditos no se centran en la actividad del profesor sino en la carga de trabajo del estudiante. Las competencias incluyen conocimientos, actitudes y habilidades o procedimientos. Cuando un alumno se matricula de una asignatura debe saber qué competencias se espera que adquiera cuando supere esa asignatura, qué metodología se va a utilizar, qué actividades tendrá que realizar y cómo será evaluado.

Antes de que los profesores comiencen a diseñar la guía docente de sus asignaturas es preciso conocer qué competencias deben cubrir y de cuántas horas disponen. El actual plan de estudios de la titulación de Ingeniería de Telecomunicación de la Universidad de Oviedo no está diseñado según el espíritu del EEES por lo que la primera tarea fue adaptar los créditos actuales de cada asignatura al sistema ECTS y la determinación de las competencias.

En el plan vigente, en primer curso figuran ocho asignaturas con una asignación de 69 créditos. Además, como los alumnos tienen que cursar 18 créditos de libre configuración durante el primer ciclo, se han considerado un total de 75 créditos. Esto representa un volumen de 750 horas presenciales.

Para determinar los créditos ECTS de cada asignatura se han considerado 40 semanas lectivas a razón de 40 horas de trabajo semanales, lo que representa un volumen de 1600 horas durante todo el curso de las cuales 750 serían presenciales, que deben coincidir con la situación actual, y 850 no presenciales. Puesto que un curso tiene 60 créditos ECTS, se obtiene que un crédito ECTS equivale a 26,7 horas.

En la tabla 2 se expresan los créditos actuales, todos presenciales, y los créditos ECTS asignados proporcionalmente a cada asignatura.

Tabla 2 Créditos actuales y créditos ECTS

Nombre asignatura	Sistema Actual		Sistema ECTS		
	Créditos	Horas	Créditos	Horas presenciales	Horas no presenciales
Cálculo Diferencial e Integral	15	150	12.0	150	170
Matemática Discreta	4.5	45	3.6	45	51
Elementos de Programación	9	90	7.2	90	102
Dispositivos Electrónicos	6	60	4.8	60	68
Fundamentos Físicos de la Ingeniería	13.5	135	10.8	135	153
Álgebra Lineal y Geometría	7.5	75	6.0	75	85
Expresión Gráfica	4.5	45	3.6	45	51
Teoría de Circuitos	7.5	75	6.0	75	85

La determinación de las competencias de cada asignatura es el punto fundamental en el diseño de la actividad docente. Los nuevos planes de estudio determinarán las competencias que

deben cubrir las asignaturas y, partiendo de ellas, los profesores realizarán la programación docente. Para este caso, se han determinado las competencias del primer curso de Ingeniero de Telecomunicación tomando como base la situación actual, los borradores que establecen los requisitos para la verificación de títulos que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación y de Ingeniero de Telecomunicación [3], [4] y el Libro Blanco sobre el Título de Grado en Ingeniería de Telecomunicación [5].

Siguiendo la clasificación propuesta en el proyecto Tuning [6], las competencias se clasifican en genéricas o transversales y técnicas o específicas. Las competencias transversales elegidas han sido:

- 1) Capacidad de análisis y síntesis.
- 2) Resolución de problemas.
- 3) Capacidad crítica y autocrítica.
- 4) Comunicación oral y escrita en la propia lengua.
- 5) Trabajo en grupo (iniciación).

Respecto a las competencias técnicas, son aquellas propias de la profesión, de manera que el perfil de la titulación, en este caso del Ingeniero de Telecomunicación, queda caracterizado por ellas. Han de venir determinadas en el plan de estudios y como en este caso no es así, en una primera fase se ha optado por que en cada asignatura sean determinadas por los profesores correspondientes a partir de los descriptores BOE del vigente plan de estudios.

Tabla 3 Plan de trabajo por bloques/ temas de contenido

Bloque/Tema							
Objetivos de aprendizaje							
Actividad		Descripción		Carga unit.	Núm. grup.	Carga total horas	
Alumno	Presencial	1	Asistencia a clase de contenidos teóricos				
		2	Asistencia a clase de resolución de ejercicios				
		3	Asistencia a clase de prácticas informáticas				
		4	Asistencia a clase de prácticas de instrumentación				
		5	Asistencia a seminarios ..				
		6	Exámenes y evaluación continua en el aula				
		7	Exámenes y evaluación continua en el laboratorio				
		8	Asistencia a tutorías				
			Total horas alumno presencial				
	No presencial	1	Estudio de contenidos teóricos				
		2	Resolución de ejercicios				
		3	Tests en Aulanet				
		4	Trabajos a presentar - elaboración individual fuera aula				
		5	Trabajos a presentar -elaboración en grupo fuera de aula				
		6	Preparación de exámenes y controles				
		7					
		Total horas alumno no presencial					
Profesor	Presencial	1	Explicación de conceptos en clase (grupo teoría)				
		2	Metodología para la resolución de ejercicios				
		3	Explicación y asistencia en el laboratorio de prácticas informáticas				
		4	Explicación y asistencia en el laboratorio de prácticas de instrumentación				
		5	Realización de seminarios específicos-grupos reducidos				
		6	Exámenes y controles				
		7	Atención a los alumnos en tutorías				
		8					
			Total horas profesor presencial				
	No presencial	1	Preparación de explicación de contenidos				
		2	Preparación de apuntes para los alumnos				
		3	Preparación de hojas de ejercicios para los alumnos				
		4	Preparación de prácticas informáticas y de instrumentación				
		5	Preparación y seguimiento de Tests en Aulanet				
		6	Corrección de exámenes parciales				
		7	Mantenimiento de la página web de la asignatura				
		8	Corrección de actividades				
9		Evaluación de prácticas					
10		Elaboración exámenes y controles					
11							
	Total horas profesor no presencial						

III. APARTADOS DE LA GUÍA DOCENTE

El modelo de guía docente adoptado para esta experiencia se basa en el aprobado en el Consejo de Gobierno de la Universidad de Oviedo y está estructurado en los apartados siguientes:

Identificación de la asignatura: datos generales de la asignatura y de los profesores.

Contextualización: situación de la asignatura en el marco del programa formativo. En este apartado se deben enumerar las competencias que se pretenden cubrir con la asignatura, incluyendo tanto competencias transversales como técnicas. También se incluyen la relación con otras asignaturas y las características académicas y organizativas más relevantes.

Requisitos: requisitos considerados obligatorios o recomendables para los alumnos que vayan a cursar la asignatura. Esta información permite a los estudiantes saber qué formación previa deben poseer para afrontar la asignatura. También resulta esencial para la coordinación entre las diferentes materias y facilita la determinación de las competencias de asignaturas que son consideradas requisitos para otras.

Objetivos: estos objetivos estarán determinados por las competencias que tiene asignadas la asignatura.

La determinación de los objetivos es un punto clave en el diseño del proceso docente pues en función de ellos deben seleccionarse los contenidos, elegirse la metodología docente y determinar el proceso de evaluación. Los objetivos deben formularse en términos de competencias y deben tener en cuenta conocimientos, habilidades y actitudes. También han de ser medibles, pues en la evaluación se deberá valorar el grado de consecución de los objetivos (ver por ejemplo [7]).

Contenidos: a diferencia de los sistemas tradicionales, donde los contenidos constituyen un fin en si mismos, en los sistemas basados en competencias los contenidos no son más que un medio para alcanzar las competencias previstas. Ha de realizarse por tanto una selección estricta, en función de los objetivos a conseguir, y han de estructurarse en bloques o unidades didácticas que a su vez pueden dividirse en lecciones o temas.

Metodología y Plan de trabajo: una vez formulados los objetivos que los estudiantes tienen que alcanzar, se tienen que decidir las estrategias que se van a utilizar. Habrá que escoger las metodologías y diseñar un plan de trabajo. En este punto, el concepto de crédito ECTS supone un cambio profundo respecto al concepto de crédito en sistemas tradicionales de enseñanza, pues el referente ahora es el trabajo que el estudiante tiene que realizar, lo que incluye no sólo la asistencia a clases presenciales sino también el estudio personal, la realización de trabajos, etc.

Aunque no se presentará en la guía docente, es interesante conocer la dedicación docente que la implantación de las nuevas metodologías asociadas al EEES va a exigir al profesorado. Es por ello que junto con la información relativa al volumen de trabajo del alumno también se solicitó una estimación del volumen de trabajo del profesor. La tabla 3

muestra la ficha de recogida de todos estos datos.

Evaluación de los estudiantes: éste es un punto fuerte en el diseño del proceso docente. Su finalidad es la de determinar el grado de consecución de los objetivos, y la forma de evaluar es un determinante importante de la forma de estudiar de los alumnos.

Con el nuevo planteamiento, en el que a lo largo de todo el curso se realizan actividades diversas, se decidió que en todas las asignaturas se incluyera algún tipo de evaluación continua. Por un lado, con este sistema se informa a los estudiantes de su marcha en la asignatura. Por otro, se dispone de información que puede ser útil, tanto a profesores como alumnos, en la detección de dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje permitiendo introducir modificaciones en los sistemas de trabajo. No obstante, ante las dudas que genera un cambio metodológico tan importante, se decidió mantener la posibilidad del examen tradicional, al menos el primer año.

Bibliografía y Recursos: se recogen aquí la bibliografía y los recursos que se utilizarán durante el curso.

IV. VOLUMEN DE TRABAJO DEL PROFESOR

El volumen de trabajo del profesor es uno de los aspectos más complejos de determinar. La primera duda que surgió fue el tiempo que un profesor debe dedicar a labores docentes. Dado que los profesores universitarios desarrollan una doble vertiente docente e investigadora, puede parecer razonable pensar que dediquen aproximadamente la mitad de su tiempo laboral a cada tarea. Así pues, la dedicación a labores docentes de cada profesor no debería exceder las 19 horas por semana. Este tiempo es la suma del tiempo presencial en el aula más el no presencial. Por tanto, para que las propuestas realizadas en las distintas guías docentes sean asumibles y realistas, se considera que la dedicación docente máxima por profesor no debe desviarse significativamente de esta cantidad.

Con respecto a la estimación del trabajo no presencial del profesor, en el sistema actual no se cuantifica, por lo que se ha hecho una valoración considerando que un profesor dedica 19 horas semanales a labores docentes de las que 8 son de clase presencial y 6 de tutorías. Nos quedan unas 5 horas semanales de trabajo no presencial. Extrapolando esta proporción, se han obtenido los datos de la tabla 4 que son las horas de trabajo de profesor que requiere cada asignatura para el curso 2007-2008, con metodología tradicional.

En la tabla 5 se presentan las horas para el curso 2008-2009, con implantación parcial de metodologías acordes al EEES, estimadas según la planificación realizada en el apartado 6 de la guía docente (metodología y plan de trabajo). Los cálculos se ha realizado considerando dos grupos de teoría y cinco de prácticas de laboratorio.

Si trasladamos las horas semanales de dedicación de estas asignaturas a los 24 créditos de docencia que se asignan anualmente a un profesor, se obtiene que cada profesor debería dedicar entre 23,4 y 30,4 horas a labores docentes, lo que excede la dedicación semanal de profesor que se había

Tabla 4. Volumen de trabajo del profesor en horas/semana. Curso 2007-2008

Nombre Asignatura	Horas/semana presenciales	Horas/semana no presenciales	Tutorías
Algebra Lineal y Geometría 6	,5	4,1	4,9
Cálculo Diferencial e Integral 11,	5	7,2	8,7
Teoría de Circuitos	6,5 4	,1	4,9
Dispositivos Electrónicos 5	,5	3,4	4,1
Elementos de Programación 9	,0	5,6	6,8
Expresión Gráfica	4,5 2	,8	3,4
Fundamentos Físicos de la Ingeniería	10,5	6,6	7,9
Matemática Discreta	3,0 1	,9	2,2

Tabla 5. Volumen de trabajo del profesor en horas/semana. Curso 2008-2009.

Nombre Asignatura	Horas/semana presenciales	Horas/semana NO presenciales	Tutorías
Algebra Lineal y Geometría 6	,4	8,1	4,9
Cálculo Diferencial e Integral 11	,2	14,4	8,7
Teoría de Circuitos	6,7 9,	3	4,9
Dispositivos Electrónicos 6	,1	5,0	4,1
Elementos de Programación 8	,9	12,8	6,8
Expresión Gráfica	3,7 10	,0	3,4
Fundamentos Físicos de la Ingeniería	15,0	13,8	7,9
Matemática Discreta	2,9 3,	6	2,2

supuesto inicialmente. Por el contrario, con el modelo tradicional, y bajo los supuestos anteriormente expuestos, no se sobrepasan las 18 horas.

El incremento en las horas de dedicación del profesor no es el único inconveniente en este proyecto. Otra dificultad es que se está intentando introducir cambios metodológicos acordes con el EEES en una estructura docente que no está preparada para ello. Estas dos razones hacen que no se puedan implantar todas las acciones que en un principio habían planificado, estableciéndose un compromiso entre las posibilidades reales de implantación práctica y lo que sería ideal.

V. ADAPTACIÓN DE LA ASIGNATURA DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS

La asignatura Dispositivos Electrónicos es la primera asignatura de contenido electrónico en la titulación Ingeniero de Telecomunicación. Tiene la misión de presentar a los alumnos por primera vez las células básicas de la realización física de cualquier sistema de comunicaciones: los dispositivos electrónicos.

La trayectoria temática y el enfoque que tiene la asignatura está intrínsecamente ligado al avance de los alumnos en el

conocimiento de dos materias que son de suma importancia para la correcta asimilación de los contenidos de la asignatura Dispositivos Electrónicos: las asignaturas Fundamentos Físicos de la Ingeniería y Teoría de Circuitos. La primera de ellas es anual y al comienzo del segundo cuatrimestre (donde se ubica Dispositivos Electrónicos) ya se encuentra en temas de electrostática, por lo que los contenidos inicialmente físicos de la Dispositivos Electrónicos resultan una continuación natural de lo impartido en dicha asignatura hasta ese momento. La segunda es cuatrimestral y coincide en el tiempo con Dispositivos Electrónicos, por lo que es necesario esperar a que los conocimientos básicos de circuitos lineales sean adquiridos por los alumnos para poder usar los dispositivos electrónicos en circuitos sencillos.

Los objetivos en términos de competencias que se han escogido para esta asignatura han sido:

- Conocer el principio físico de los semiconductores, siendo capaz de analizar y valorar las principales diferencias con los materiales conductores y aislantes, así como determinar las condiciones de equilibrio ante distintas situaciones y cuantificar los valores de equilibrio y la evolución desde un desequilibrio a un nuevo estado de equilibrio.
- Identificar, describir, clasificar y seleccionar los diferentes dispositivos electrónicos, caracterizarlos en función de distintos parámetros de diseño y valorar (cuantificar) cómo se modifican estas características en función de determinadas condiciones externas.
- Utilizar los dispositivos electrónicos en circuitos sencillos, siendo capaces de analizar circuitos en los que intervienen estos dispositivos, así como diseñar circuitos que se comporten de acuerdo con una especificación.
- Resolver sencillos problemas de telecomunicaciones en los que intervengan dispositivos electrónicos

Los contenidos de la asignatura se han dividido en dos bloques temáticos. En cada uno de ellos hay unas horas de explicación de contenidos teóricos y de resolución de problemas. Para ayudar al seguimiento de la asignatura, al finalizar cada uno de estos bloques se realizará un test de autoevaluación no presencial. Este test se realizará desde el Campus Virtual de la Universidad de Oviedo, que es una aplicación web basada en Moodle y que permite al alumno conocer de forma instantánea el resultado del test. Una vez realizado este test, se propone a los alumnos un seminario de recapitulación de contenidos, de manera que los alumnos puedan consultar las dudas surgidas en la preparación y realización del test. En la clase siguiente al seminario se realizará un examen con cuestiones similares a las preguntadas en el test de autoevaluación.

En cada uno de los bloques se ha previsto la realización de un trabajo individual. El correspondiente al primer bloque consistirá en determinar las principales características de un diodo a partir de sus parámetros constructivos, mientras que en el segundo bloque se hará lo mismo con un transistor bipolar. Estas dos actividades se han planificado de forma conjunta con la asignatura “Cálculo Diferencial e Integral”,

puesto que en esta asignatura se proporcionan conocimientos básicos del programa de cálculo matemático MathLab, que será utilizado como soporte “software” por los alumnos. De esta forma se consigue que el alumno de primer curso experimente la importancia que los contenidos de asignaturas llamadas básicas tienen para apoyar la construcción del conocimiento de las asignaturas más tecnológicas. El alumno deberá entregar el programa MathLab que realiza los cálculos y un fichero de presentación de resultados en formato .ppt, .doc o .pdf. En esta primera experiencia los trabajos se evaluarán exclusivamente en la asignatura de “Dispositivos Electrónicos”, pero es una actividad que en un futuro puede ser evaluada en ambas asignaturas.

VI. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La finalidad del proceso de evaluación es determinar el grado de cumplimiento de la adaptación del primer curso de Ingeniería de Telecomunicación de la EPSIG al EEES. Asimismo, este proceso de evaluación debe permitir determinar las posibles desviaciones sobre lo inicialmente diseñado, ayudar a determinar soluciones a los problemas que se detecten y servir de realimentación del proceso. Se ha diseñado un procedimiento de evaluación común a todas las asignaturas y se han considerado los siguientes criterios generales de evaluación:

- Grado de cumplimiento de la Guía docente.
- Competencias transversales potenciadas.
- Distribución correcta del trabajo del alumno.
- Distribución correcta de las actividades a lo largo del curso.

En el momento de elaborar este artículo ya ha finalizado el curso. Algunas de las dificultades que se han encontrado son:

- 1) Como era previsible, el incremento de la dedicación docente del profesor ha sido importante, aunque hay que tener en cuenta que parte del trabajo se corresponde con la puesta en marcha de la nueva metodología, y que en sucesivos años esta dedicación será algo menor. No obstante, el aumento de las actividades a evaluar obliga a buscar el apoyo de las nuevas tecnologías para facilitar esta labor.
- 2) Ha habido un cierto desajuste en la planificación temporal de algunas asignaturas. Con la modificación de los métodos docentes hay que tener un cuidado exquisito en la selección de los contenidos para que aquellos considerados como fundamentales no queden fuera del programa por falta de tiempo.
- 3) Otro de los problemas ha sido la dificultad para coordinar la intensidad de la carga exigida a los alumnos en las distintas asignaturas. Una vez ajustadas las actividades, será necesario temporizar adecuadamente la entrega de pruebas de evaluación y la realización de exámenes parciales, para que los alumnos puedan mantener de forma constante la asistencia a todas las asignaturas.

VII. CONCLUSIONES

- 1) El trabajo realizado ha consistido en cambiar la estructura del sistema actual al sistema ECTS. El esfuerzo ha sido considerablemente superior al previsto inicialmente. Un factor importante fue el desconocimiento de los profesores sobre las directrices del EEES. Otro factor que dificultó la tarea fue la falta de criterios claros sobre aspectos concretos de los apartados de la Guía Docente. No hay normativas y las experiencias similares a ésta que se están realizando o se han realizado no se aprovechan adecuadamente. En este sentido se pretende difundir el trabajo realizado tratando de desarrollar una memoria que resulte útil a otros grupos de trabajo en experiencias similares a ésta.
- 2) Aunque los profesores involucrados en este proyecto cuentan con una dilatada experiencia en la enseñanza superior, se han encontrado bastantes dificultades para implantar metodologías acordes con el espíritu del EEES. Por un lado, estas metodologías implican un cambio importante en la organización de la docencia. La organización actual no está pensada para realizar trabajos en grupo, metodologías activas, etc. Por otro lado, entre el profesorado se observa cierto escepticismo inicial en relación a la eficacia del nuevo sistema. La causa puede ser tanto la falta de una normativa como la dificultad para llevarlo a la práctica.
- 3) De cara a una implantación del sistema de Educación Superior según el espíritu de Bolonia, un aspecto a tener en cuenta es la carga docente del profesor. Su incremento es notable y esto debe ser tenido en cuenta por las autoridades correspondientes. Para el curso 2008/2009 se ha decidido tener cautela con la incorporación de actividades que representen aumentos considerables en la carga de trabajo de los profesores. Otro aspecto a reseñar es que hay poca experiencia sobre la forma de calcular la carga de trabajo que suponen las nuevas actividades. Uno de los objetivos de este curso es profundizar en métodos racionales, que se ajusten a la realidad, para determinar el volumen de trabajo del profesor.
- 4) El nuevo sistema educativo confiere a la enseñanza un carácter interdisciplinar. Por ello, se considera necesaria la creación de equipos docentes que coordinen el proceso educativo a todos los niveles: curso, ciclo y titulación.
- 5) Una de las actividades que se han realizado es la determinación de los requisitos de las asignaturas. Dado que se trata de alumnos de nuevo ingreso en la universidad, se ha elaborado un informe para remitirlo a los responsables del Curso Cero que se imparte a los alumnos que ingresan en la Universidad.
- 6) La experiencia realizada ha sido positiva. Ha contribuido a aumentar el conocimiento de los participantes sobre el sistema educativo basado en el ECTS y, sobre todo, ha permitido afrontar los problemas que indudablemente surgirán en un futuro próximo con la implantación de los nuevos planes de estudio.

REFERENCIAS

- [1] Declaración conjunta de los Ministros Europeos de Educación. Bolonia, 19 de Junio de 1999.
- [2] Camiña, C. "La elaboración de guías docentes. Taller de formación pedagógica". Gijón. 2007.
- [3] Memoria (borrador) para la solicitud de verificación de Títulos Oficiales Requisitos para la verificación de títulos que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico de Telecomunicación. Consejo de Directores de Escuelas de Telecomunicación. Octubre 2007.
- [4] Memoria (borrador) para la solicitud de verificación de Títulos Oficiales Requisitos para la verificación de títulos que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Octubre 2007.
- [5] ANECA. Libro Blanco sobre Título de Grado en Ingeniería de Telecomunicación. Abril de 2004.
- [6] Tuning General Brochure. Disponible en <http://tuning.unideusto.org/tuningeu/index.php>.
- [7] Rodríguez, R., Hernández, N., Díaz-Fondón, M. "Cómo planificar asignaturas para el aprendizaje de competencias: Primeros pasos para el diseño de una guía docente". Documentos ICE. Universidad de Oviedo. Julio 2007.



S. Irene Díaz Rodríguez es Licenciada en Matemáticas desde 1995 por la Universidad de Oviedo y doctora Ingeniera Informática por la Universidad Carlos III de Madrid, desde 2001.

En 1997 se incorpora al área de Lenguajes y Sistemas informáticos del Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid, donde permanece hasta Diciembre de 1999, fecha en la que se incorpora al área de

Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Informática de la Universidad de Oviedo, desempeñando distintos puestos docentes. Sus tareas docentes se han desarrollado en las titulaciones de Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Técnica Informática y grado en Matemáticas.

En cuanto a su actividad investigadora, ésta siempre ha estado relacionada con la aplicación y desarrollo de técnicas de Inteligencia Artificial para el tratamiento de problemas de alta dimensionalidad.



Fernando Las-Heras Andrés (M'86) es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid desde 1987, y Doctor Ingeniero de Telecomunicación por la misma universidad desde 1990.

Entre los años 1988 y 1990 disfrutó de una beca de Formación del Personal Universitario. Desde 1991 hasta 2000 fue Profesor Titular de Universidad en el Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid. El año 2001 se incorporó al Área de Teoría de la Señal de la

Universidad de Oviedo como profesor Titular de Universidad. Desde el año 2003 es Catedrático de Universidad en la Universidad de Oviedo. Entre los años 2005 y 2009 ha sido subdirector de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón.

Sus campos de interés incluyen el análisis y diseño de antenas, el estudio de las interferencias electromagnéticas (EMI) y la aplicación del problema de radiación inverso para el diagnóstico, medida y síntesis de antenas.



Marta Mª Hernando Álvarez (M'94) es Ingeniero Industrial desde 1988 por la Universidad de Oviedo, obteniendo el grado de doctor por la misma universidad en 1992.

Desde 1988 pertenece al Área de Tecnología Electrónica de la Universidad de Oviedo, donde ha desempeñado distintos puestos docentes. Sus tareas docentes se han desarrollado en las titulaciones de Ingeniería Industrial, Ingeniería de Telecomunicación, Ingeniería Técnica Informática,

Ingeniería Técnica de Telecomunicación e Ingeniería Técnica Industrial.

En cuanto a su actividad investigadora, ésta siempre se ha llevado a cabo en torno a los Sistemas de Alimentación Electrónica, especialmente en el ámbito de los convertidores CA/CC, correctores del factor de potencia y, más recientemente, sistemas de alimentación ininterrumpida.



José Ángel Huidobro Rojo es Licenciado en Matemáticas desde 1979 por la Universidad de Valladolid, obteniendo el grado de doctor en 1987 por la universidad de Cantabria. Desde 1981 ha impartido docencia en la Universidad de Oviedo, donde ha desempeñado distintos puestos docentes en las titulaciones de Ingeniería Industrial e Ingeniería de Telecomunicación. En la actualidad, pertenece al área de Matemática Aplicada del Departamento de Matemáticas de la universidad de Oviedo. En cuanto

a su actividad investigadora, ésta siempre se ha vinculado a métodos numéricos aplicados a problemas de ingeniería.



José Ramón Villar Flecha nació en Santo Domingo, República Dominicana, el 11 de Octubre de 1967. Se graduó en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Gijón de la Universidad de Oviedo, y obtuvo el p.H.D. por la Universidad de León. Ejerció profesionalmente en la ingeniería ISOTRON, S.A, en la Central Térmica de La Roble de la empresa eléctrica Unión FENOSA, S.A., en el instituto de investigación energética y minera ENERMITEC de León, y en la Universidad de León. Actualmente es profesor colaborador en el departamento de informática de la Universidad de Oviedo, en el área de ciencias de la computación e inteligencia artificial. Entre sus campos de interés están los sistemas genéticos borrosos, los sistemas multi-agentes y la computación inteligente aplicada a procesos industriales.

Capítulo 18

La Enseñanza de Ingenierías a través del Autoaprendizaje Colaborativo y las Nuevas Tecnologías

Pedro Sanz y Juan José de Benito, *Member, IEEE*

Title—Engineering Education through Collaborative Self-learning and New Technologies.

Abstract—From its origins, the educational work has been deeply influenced by a universal purpose: prepare students for the future. In the university scope, this objective requires to ensure that the education of our students complies, at all times, with the labor market needs. In this sense, the companies of the new millennium are demanding graduates who know the peculiar paradigms of their profession and, moreover, have a set of skills that fits the necessities of enterprises. Therefore, we must always work bearing in mind the pairing "knowledge-skills" to ensure that our students acquire the knowledge of their profession while cultivating the skills that will be demanded to them later in their working life. In this vein, we present our experience in the teaching of some subjects from two engineering degrees, through the employment of an own collaborative learning methodology which is supported by the use of some Internet-based tools.

Keywords— Collaborative Self-learning, Engineering, European Higher Education Area, Generic Skills, New Technologies

Resumen— Desde sus orígenes, la labor docente se ha visto profundamente marcada por un propósito universal: preparar a los alumnos para el futuro. En el ámbito universitario, este objetivo exige lograr que la formación de nuestros estudiantes se ajuste, en todo momento, a las necesidades del mercado laboral. En este sentido, las empresas del nuevo milenio demandan universitarios que no sólo conozcan los paradigmas propios de cada profesión, sino que posean un conjunto de habilidades que se adapten a las necesidades de las empresas. Por consiguiente, debemos trabajar siempre teniendo presente el binomio "conocimientos-competencias" para conseguir que nuestros alumnos adquieran el saber propio de su profesión a la vez que

cultivan las competencias que le serán demandadas más adelante en su vida laboral. En esta línea, presentamos nuestra experiencia en la enseñanza de varias asignaturas pertenecientes a dos carreras de ingeniería, en las que empleamos una metodología propia de aprendizaje cooperativo soportada por el uso de algunas herramientas basadas en Internet.

Palabras clave—Autoaprendizaje Colaborativo, Competencias Genéricas, Espacio Europeo de Educación Superior, Ingeniería, Nuevas Tecnologías

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de éstos últimos años hemos asistido a un cambio muy significativo en relación a la demanda de titulados. Dicha transformación tiene una especial relevancia en el ámbito de las ingenierías: las empresas valoran cada vez más y mejor las actitudes y competencias personales frente al expediente académico o los conocimientos complementarios que puedan poseer los candidatos [1]. En otras palabras, entre quienes seleccionan a los futuros profesionales tienen más peso los criterios basados en la teoría de la "inteligencia emocional" de Daniel Goleman [2] que en el denostado cociente intelectual.

Sin embargo, la docencia tradicional, centrada en el sistema de "clases magistrales" y caracterizada por la falta de diálogo profesor-alumno y alumno-alumno, no estimula las habilidades ligadas a la creatividad, iniciativa, trabajo en grupo, destrezas sociales, liderazgo, etc., que son, en definitiva, habilidades que demandan las empresas a nuestros universitarios [3]. Por ello, una formación que pretenda prepararles para el futuro [4] debe incluir no sólo la enseñanza de los contenidos o paradigmas propios de cada profesión (el *qué* enseñar), sino las competencias clave que se requieren a nivel laboral (que son el resultado de *cómo* se enseña): con la enseñanza de ambos lograremos una formación completa.

Los firmantes de la declaración de Bolonia, germen del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), fueron conscientes de esta realidad al tratar de impulsar un

Este trabajo fue presentado originalmente en la 4ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información, CISTI'2009

P. Sanz y J.J. de Benito pertenecen al Departamento de Organización de Empresas y C. e I. M. de la Universidad de Valladolid, Paseo del cauce 59, 47011, Valladolid, España (e-mail: {psangulo, debenito}@eis.uva.es).

cambio en las metodologías docentes. Con este cambio se perseguía que los alumnos pudiesen acreditar la posesión de las competencias y conocimientos adecuados para el ejercicio profesional. Los alumnos, en lugar de memorizar únicamente contenidos, han de aprender a hacer cosas, a mejorar sus capacidades, a seleccionar y procesar información, a resolver problemas, a adquirir las habilidades y destrezas necesarias para desempeñar correctamente las tareas que requieren los puestos de trabajo (tratamiento de información y el trato con personas), etc.

Durante las últimas décadas se han desarrollado diversos métodos docentes caracterizados por centrar la atención del proceso educativo en el propio alumno (*learner-centred approach*), haciéndole responsable y constructor de su propio aprendizaje. El profesor se transforma, de este modo, en un mediador de los aprendizajes más que en comunicador de una información que, por lo general, se puede hallar fácilmente. Estos métodos enfatizan el aprendizaje frente a la enseñanza, al considerar que lo que realmente es importante es lo que se aprende y no lo que se enseña. Además, estos métodos inciden sobre la necesidad de conseguir que el aprendizaje se construya compatibilizando el trabajo autónomo y el trabajo cooperativo.

En el presente artículo pretendemos mostrar nuestra experiencia en la aplicación de estas ideas a la enseñanza de varias asignaturas en dos carreras de ingeniería impartidas en la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid (España). En particular, hemos desarrollado un método que combina, adapta y extiende dos de las técnicas colaborativas más extensamente estudiadas y recomendadas, el método del caso [5]-[7] y el aprendizaje basado en problemas (PBL, *Problem Based-Learning*) [3], [8], lo que nos permite aunar sus ventajas y mitigar algunas de sus carencias. Se trata de una metodología abierta y en continua evolución que nos está proporcionando excelentes resultados.

Partiendo de estas consideraciones el contenido principal del presente documento se ha estructurado en dos secciones. En la primera de ellas se resume la metodología empleada a lo largo de este último curso mientras que en la siguiente se describe nuestra experiencia en la integración de la metodología con las nuevas tecnologías basadas en Internet en base a algunos de los ejemplos utilizados en las sesiones de aprendizaje cooperativo. Finalmente, planteamos las principales conclusiones sobre los resultados obtenidos y sobre la idoneidad de la metodología para ofrecer a los alumnos una formación completa.

II. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

El proceso de aprendizaje colaborativo que proponemos y desarrollamos en nuestras clases se puede descomponer en 18 etapas para el caso más general, al que hemos denominado "SAC Conceptual" (SAC, Seminario de Aprendizaje Cooperativo), viéndose reducida en aquellas sesiones de "SAC Competitivo". A continuación pasamos a describir brevemente cada una de estas etapas así como los

instrumentos principales que intervienen en cada una de ellas.

1) *Formación sobre el proceso de aprendizaje y sobre sus objetivos*. Antes de aplicar esta metodología necesitamos informar y formar a los alumnos sobre sus objetivos, etapas, elementos, roles, técnicas grupales, criterios de evaluación, técnicas de búsqueda de información, etc.

2) *Búsqueda, identificación y selección de los textos más adecuados y del material de apoyo*. Se trata de una fase crucial para el desarrollo del método ya que de su elección depende en buena medida el éxito del proceso de aprendizaje: es el corazón del proceso. Los textos que se escojan han de ser adecuados para diseñar y construir los aprendizajes, pero además deben ser "motivadores", es decir, han de ser lo suficientemente actuales y próximos como para que los alumnos deseen participar en el proceso.

En nuestro caso, buscamos los textos en la prensa diaria, tanto escrita como digital, prestando especial interés a aquellas noticias procedentes del ámbito económico y/o productivo propias de las asignaturas que impartimos (estrategias de comercialización, internacionalización de empresas, métodos y sistemas de producción, sistemas de información, gestión de datos, toma de decisiones, etc.). Además, y dependiendo del objetivo de la sesión, se pueden utilizar textos con información básica sobre el tema a tratar que servirán de punto de partida del proceso.

A parte de los textos, en numerosas ocasiones recurrimos a diferentes videos que encontramos en Internet en páginas como youtube [9], o incluso blogs o foros en los que se discute sobre este tema o asuntos similares.

3) *Redacción de las preguntas de análisis*. Una vez tenemos los textos más apropiados, y el material de apoyo, llega el momento de construir el conjunto de preguntas que servirán para su análisis. Estas preguntas han de presentar un orden que promueva el análisis progresivo.

4) *Redacción del problema*. En base al texto anterior se concreta el problema al que tendrán que enfrentarse los alumnos. Este problema puede ser de dos tipos, conceptual o competitivo, lo que dará lugar a procesos distintos con implicaciones bien diferentes para los alumnos.

- *Conceptual*. En este caso la prioridad es la adquisición de ciertos conocimientos y conceptos. Por tanto, la formulación del problema debe permitir que los alumnos comprueben la necesidad de nuevos conocimientos para obtener una solución adecuada. Estas necesidades, o temas ligados, constituyen el mapa conceptual o mapa de búsqueda del problema. Por esta razón, es muy importante que el profesor/tutor elabore un mapa conceptual que permita posteriormente dar pistas, solicitar ampliaciones, etc. Los alumnos han de buscar información de manera individual para posteriormente compartirla con el resto de compañeros.
- *Competitivo*. En esta ocasión el objetivo es la solución del problema en sí mismo. Los estudiantes han de buscar la mejor solución al problema al que se enfrentan de forma grupal; este hecho provoca que los distintos equipos compitan entre sí.

5) *Lectura y comprensión del texto*. Dentro ya del aula, el profesor-tutor presenta el texto y realiza una primera lectura que permite enunciar las cuestiones de análisis que deberán responder los alumnos. Es muy importante que esta lectura se realice de una manera motivadora, y nunca como si se tratara de una lección que los alumnos tengan que aprender. A continuación, se reparte la documentación inicial por escrito, dando una copia de lo leído a cada uno de los alumnos para que lleven a cabo una lectura individual.

6) *Creación de los equipos dentro del grupo "clase"*. Existen muchos criterios para formar equipos, aunque nosotros utilizamos la distribución por parejas: cada alumno elige un compañer@ para formar una pareja de trabajo que el profesor une configurando equipos de 4 estudiantes. Empleamos esta técnica principalmente porque es sencilla, rápida y fácil de enmendar si se observa que los grupos están altamente desequilibrados.

7) *Asignación de roles*. Aunque los grupos pueden perdurar a lo largo de varias sesiones, no debe ocurrir lo mismo con los roles que van a ser obligatoriamente rotatorios para lograr que todos los componentes cultiven el mayor número de competencias clave. En nuestro caso solamente vamos a considerar tres tipos de roles dentro de cada grupo: a) el moderador, o responsable de grupo, que se encarga de dirigir el trabajo del equipo, tomando parte en las discusiones y marcando las pautas del trabajo en equipo, b) el secretario, que es el responsable de tomar nota de lo que expongan los diferentes componentes del grupo y de recopilar la documentación generada dentro del grupo, para posteriormente remitirla al tutor, y c) el portavoz, encargado de representar al grupo cuando se deba realizar la puesta en común o el debate (ha de saber resumir el trabajo y las opiniones del grupo, aunque su exposición y defensa debe ser fruto del consenso, evitando en la medida de lo posible olvidos o sesgos personales).

8) *Análisis intragrupal del texto*. Teniendo como referencia las cuestiones de análisis, los alumnos analizan y discuten los textos dentro de cada grupo en un marco de trabajo en equipo cooperativo y utilizando los conocimientos previos que tienen sobre el tema. A través del *brainstorming* y la negociación el grupo concreta la propuesta que estima más relevante. Durante esta etapa se suele hacer uso de aquel material auxiliar necesario (vídeos, blogs, etc.).

9) *Presentación de las ideas del equipo y debate intergrupala*. El profesor plantea las preguntas sobre el texto, en el orden en que figuran, y da la palabra a los equipos. Estos dan a conocer la solución considerada como idónea a través de su portavoz. Tras esta exposición comienza la discusión o debate que permitirá encontrar soluciones de consenso a las diferentes cuestiones planteadas.

10) *Exposición del problema*. El profesor plantea el problema e invita a los alumnos a que lo analicen dentro de cada grupo.

Los apartados 11 y 12 son exclusivos del método "SAC Conceptual".

11) *Elaboración del mapa conceptual intergrupala*. Cada

equipo elabora el mapa de búsqueda intragrupal. En él se han de definir los conceptos o temas ligados al problema propuesto y cuáles deben ser los más interesantes de definir o estudiar, es decir, cuáles son los nuevos conocimientos imprescindibles para poder dar soluciones adecuadas al problema. Para ello recurrimos de nuevo al *brainstorming* y a la negociación. Finalmente se elabora el mapa de búsqueda del grupo con los temas de aprendizaje, es decir, los temas sobre los que se desea más información para aprenderlos y así poder solucionar el problema razonando con criterio.

12) *Elaboración del mapa intergrupala*. Una vez todos los grupos han definido los posibles temas de aprendizaje, se dan a conocer al profesor y al resto de los grupos a través de su portavoz. Tras esta exposición comienza la discusión o debate que permitirá elaborar un mapa conceptual provisional donde figurarán todos los temas ligados al problema.

13) *Asignación de los temas de búsqueda-aprendizaje*. En el SAC Conceptual los temas que aparecen en el mapa de búsqueda se reparten finalmente entre los alumnos que constituyen el grupo clase. En el SAC Competitivo dentro de cada grupo se establece el procedimiento de búsqueda y la asignación bajo la dirección del moderador.

14) *Búsqueda autónoma de información*. Cada alumno busca, en diferentes fuentes a su alcance (principalmente a través de Internet), información sobre el tema que le fue asignado. Es un estudio individualizado y autónomo de la información donde cada miembro aprende de su tema para poder informar a los demás (aprende con interés para poder enseñar). Con dicha información redacta un informe-resumen de su trabajo personal, que será el que habrá de entregar al tutor para su posterior evaluación como tarea individual.

El SAC Competitivo exige, además, que el grupo se reúna y consensue una respuesta para la siguiente reunión. Este trabajo se ha visto favorecido por el uso de la plataforma tecnológica Moodle [10], con la que hemos podido crear una comunidad de aprendizaje en línea, donde los alumnos pueden intercambiar información y opiniones y estar al día del estado de la investigación.

De nuevo, los apartados 15 y 16 son propios del método "SAC Conceptual".

15) *Presentación en común de los resultados de la búsqueda autónoma*. Los estudiantes se reencuentran de nuevo en la siguiente reunión del grupo tutorial. Allí, todos los alumnos sintetizan lo que han aprendido y lo exponen a los demás, de forma que el grupo clase aprende de forma cooperativa integrando los aprendizajes de todos.

16) *Encontramos las soluciones dentro del equipo*. Reunidos de nuevo los diferentes grupos, el problema inicial se vuelve a discutir y enfocar en base a los nuevos conocimientos adquiridos. El equipo acuerda las mejores soluciones y las aplica al problema. Estas soluciones son, obviamente, el fruto de la negociación y acuerdo a lo largo del trabajo cooperativo. A continuación, se redacta un texto con las opiniones del grupo que será expuesto por el portavoz.

17) *Presentación de las soluciones y acuerdo intergrupala final*. La solución al problema se presenta al tutor y al resto de

equipos. Los estudiantes se aplican en la resolución del problema propuesto a través de un debate moderado por el profesor. Además, se efectúa una síntesis final de todo aquello que se ha aprendido durante la resolución del problema destacando aquellos conceptos o principios que se han asumido bien, y cuáles sería necesario reforzar, antes de iniciar el proceso de evaluación.

18) *Evaluación final.* Al final del proceso el profesor propone una prueba sobre el tema trabajado que tiene por objetivo conocer lo que cada alumno ha aprendido en el trabajo en grupo cooperativo. Los resultados finales de la evaluación de cada alumno se obtienen integrando los tres documentos en poder del tutor (nota de la prueba individual, resultado obtenido por equipo -nota igual para todos los componentes del grupo en base a la información remitida por el secretario- y la nota sobre el trabajo autónomo) más la autoevaluación del propio alumno, en la que debe reflejar una opinión sobre sus propios méritos en el proceso de aprendizaje y esfuerzos en la resolución del problema.

Por último, y como se habrá podido deducir, en cada seminario de aprendizaje tienen lugar dos sesiones en el aula, cuya duración difiere en función, principalmente, del tipo de seminario: así, en el SAC conceptual cada sesión suele durar unas dos horas, mientras que en el competitivo, que supone mayor trabajo fuera del aula, tan sólo se requiere una hora por cada sesión. Existen otros factores que también influyen en su duración como son, por ejemplo, el grado de interiorización que los alumnos posean del proceso de aprendizaje (al principio el proceso es más lento y suele requerir más tiempo) o el número de alumnos y grupos que se configuren (cuanto mayor sea más lento es el proceso de exposición y discusión).

III. ALGUNOS EJEMPLOS

Analizar cada una de las sesiones de aprendizaje colaborativo realizadas en estos últimos años supondría un trabajo laborioso a la par que innecesario para los objetivos del presente documento. Por ello, a continuación tan sólo se van a resumir dos seminarios que ilustran las bonanzas de esta metodología.

El primero de estos ejemplos parte del artículo titulado “Carrefour lanza la tarifa más barata en telefonía móvil”, escrito por Ester Uriol y publicado el 26 de octubre de 2006 en CincoDias.com [11], en el que se analiza la introducción de Carrefour como cuarto operador de telefonía móvil en España. Además, y como texto complementario, se presenta el artículo “Los nuevos frentes de la batalla de la telefonía móvil”, escrito por Marta Fdez. Olmos, en el que se analiza el futuro de la telefonía móvil, incluida la aparición en escena del operador Xfera y su marca Yoigo.

Para el análisis de los textos se siguieron las pautas establecidas en la metodología, lo que dio lugar a las siguientes cuestiones:

Encuentra los protagonistas de esta noticia y el papel que desempeñan.
Describe las características fundamentales del entorno y la

demanda asociada al negocio de la telefonía móvil.
¿Cuáles son, a vuestro juicio, los aspectos fundamentales de la oferta que presenta Carrefour?.
¿A qué crees que responde la aparición de esta nueva oferta de telefonía móvil?.
¿Cómo crees que responderá el consumidor?, ¿y la competencia?, ¿crees que tendrá éxito? (¿por qué?).
¿Hacia dónde creéis que evolucionan los mercados de telefonía móvil y, por tanto, las empresas tradicionales de telefonía?.

Una vez contestadas estas preguntas se formuló el siguiente problema:

“La actual directiva de Yoigo acaba de dimitir ante el temor de un fracaso estrepitoso. Ante esta situación, los dueños de Xfera deciden recurrir a vuestro equipo, dada vuestra fama en el sector, y os preguntan ¿qué estrategia ha de desarrollarse para lograr una adecuada penetración en el mercado español?”.

Resulta obvio que esta cuestión va a dar lugar a temas de estudio relacionados tanto con [12] el macroentorno como el microentorno de la empresa: análisis de la propia empresa, el entorno jurídico, el Estado, competencia en el sector (productos y servicios, estrategias, cuotas de mercado, análisis DAFO, etc.), comportamiento del consumidor y de la demanda, etc. Los alumnos, por tanto, van a tener que emplear técnicas de investigación comercial, lo que les permitirá crear su propio sistema de información necesario para la toma de decisiones y la resolución del problema. En la figura siguiente se muestra el diagrama de búsqueda desarrollado por los alumnos.

Como puede apreciarse, existe un cierto paralelismo con los elementos a tener en cuenta para elaborar un Plan de Marketing con enfoque estratégico. De hecho, éste fue uno de

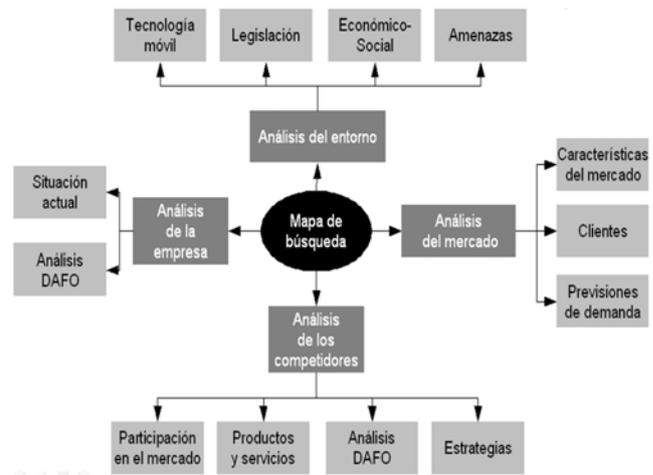


Fig. 1. Mapa de búsqueda elaborado por los alumnos.

los objetivos a la hora de elaborar la sesión de aprendizaje colaborativo, ya que permitía introducir y justificar la importancia de dicho plan. Además, les servía de punto de

partida para la elaboración de un plan de marketing estratégico, uno de los objetivos de las asignaturas.

Como segundo ejemplo, presentamos un seminario de aprendizaje colaborativo-competitivo orientado hacia el prototipado rápido. En esta ocasión partíamos del texto inicial “Modelando el futuro del diseño”, escrito por Lorena Márquez y Mónica de Salazar [13], en el que se exponen las características del prototipado rápido y algunas de las técnicas más empleadas. Este texto se acompañó de varios vídeos de youtube y de dos noticias de prensa (“Protorapid diseña el prototipo del nuevo Mercedes de Scalextric” -29/05/2006-, y “Protorapid colabora en el avión gigante de Airbus” -20/06/2005- ambas elaboradas por Arturo Cenzano [11]).

En esta sesión de aprendizaje colaborativo las cuestiones que se presentaron a los alumnos fueron las siguientes:

¿Qué características posee el prototipado rápido?.

Además del prototipado rápido, qué otras técnicas de producción aparecen en estos artículos.

¿Cuáles son, a vuestro juicio, los beneficios fundamentales que se han logrado con la aplicación de la tecnología de prototipos rápidos en el caso de Scalextric y del Airbus?.

En vuestra opinión, ¿cuáles creéis que son las razones por las que esta tecnología no se emplea en un elevado número de empresas que podrían ver reducidos sus costes productivos de forma significativa gracias a su implantación?.

Hacia donde creéis que se encaminará el prototipado rápido en el futuro.

Y el siguiente problema:

“Perteneceís a una empresa de fabricación de teléfonos móviles que todavía no ha incorporado la tecnología de prototipos rápidos a su sistema productivo. En la actualidad estáis teniendo algunos problemas económicos por no ser lo suficientemente rápidos en el lanzamiento de nuevos modelos, pero prevéis que esta situación se invierta con el lanzamiento al mercado de un nuevo modelo revolucionario”.

Dadas las características del mercado, el nuevo lanzamiento debe realizarse lo antes posible para asegurar un alto nivel de demanda frente a los posibles competidores. Por ello, planteáis a la dirección la necesidad de utilizar, entre otras técnicas, la tecnología de prototipos rápidos. La dirección os pregunta entonces, ¿qué técnica de prototipado rápido será la más adecuada en base a las necesidades del modelo?”.

Gracias a esta sesión los alumnos pudieron conocer en profundidad algunas de las técnicas existentes de prototipado rápido, sus ventajas e inconvenientes, su aplicabilidad, etc., para finalmente dar con una solución apropiada. Tras poner en común cada una de las soluciones grupales y el posterior debate, los profesores responsables presentamos un vídeo mostrando la técnica de prototipado que emplean en Motorola (Fig. 2).

IV. CONCLUSIONES

Como personal docente debemos preocuparnos cada vez

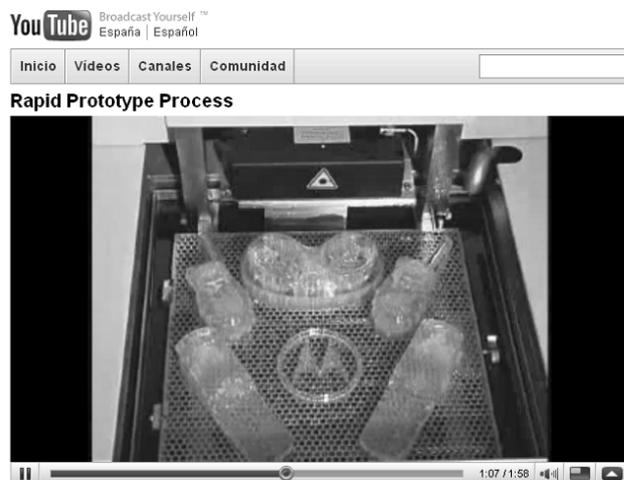


Fig. 2. Instantánea del vídeo “Rapid Prototype Process” que muestra la técnica de prototipado de Motorola [9].

más por las metodologías a emplear en el proceso de formación, “el cómo” se enseña, frente a los contenidos, “el qué” se enseña, ya que de este modo los alumnos serán capaces de desarrollar las capacidades que se demandan a nivel laboral. Por este motivo, a lo largo del presente artículo hemos pretendido mostrar “cómo enseñamos” a nuestros alumnos, centrándonos en la experiencia relativa a la implantación de un método colaborativo en el aula soportado por el uso de diversas herramientas que giran en torno a Internet.

De esta forma, los estudiantes además de descubrir lo que ignoran, han aprendido a buscar respuestas, a reflexionar sobre la información obtenida, a trabajar en equipo, a vencer las reticencias a participar en debates, a exponer sus puntos de vista, a perder la vergüenza a equivocarse, etc. Por todo ello, están mucho más motivados y satisfechos de sus aprendizajes, tal y como reflejan las diferentes encuestas realizadas durante estos dos últimos años. De hecho, el 100% de los alumnos que han seguido la asignatura este último año prefieren este formato al de las clases magistrales.

Cuando se les pregunta sobre las competencias genéricas que más han cultivado durante las sesiones de aprendizaje, los alumnos responden, en orden decreciente: la capacidad de exponer ideas en grupo (69,7%), creatividad (62,8%), el trabajo en grupo (51,2%), la capacidad de integrar diferentes puntos de vista (41,8%), capacidad de síntesis (39,5%), la defensa de ideas (27,9%), el liderazgo y la coordinación (18,6%), creación de relaciones personales (11,6%), la búsqueda de información (4,7%), etc.

Además, los estudiantes ven las sesiones como algo divertido, en las que la propia dinámica de la sesión les invita a opinar, desempeñar sus roles, etc. Se dan cuenta, gracias al análisis de los problemas, que habitualmente son muchas las variables que influyen y que deben tenerse presentes para dar una solución eficiente. Por otra parte, y gracias a estas sesiones, los alumnos logran contextualizar mejor lo aprendido (tanto en las clases magistrales como en las

sesiones de aprendizaje) y siguen mejor la asignatura.

Pero si algo nos ha sorprendido significativamente a lo largo de este último año, es la importancia que los alumnos dan a la actualidad de los temas: los estudiantes valoran por encima de todo que los artículos y los temas de aprendizaje sean actuales y próximos. Este hecho es, sin duda alguna, la palanca principal que hace que los alumnos se motiven y deseen participar en el proceso. También consideran muy ilustrativos los videos presentados como apoyo, ya que les permite conocer visualmente aquellos conceptos sobre los que se habla, y valoran muy positivamente la herramienta Moodle, a pesar de la formación inicial que requiere, dado que les permite ahorrar tiempo y esfuerzo para poner en común la información.

En cuanto al profesorado, lo cierto es que cada vez estamos más contentos: se han solucionado algunos de los problemas propios de las clases magistrales (sobre todo la participación), y las clases se han convertido en elementos de motivación y no de desesperación: ahora la docencia no se limita a la simple transmisión de conocimientos. Los alumnos no sólo han mejorado el aprendizaje de los conocimientos propios de las asignaturas, sino que han conquistado competencias clave que les serán muy útiles una vez finalicen sus estudios. El resultado no podría ser más alentador.



transferecia de conocimiento,..., y la innovación educativa.

Pedro Sanz Angulo, Ingeniero Industrial y Doctor en Informática por la Universidad de Valladolid. Actualmente trabaja como Profesor Ayudante Doctor en la Escuela de Ingenierías Industriales de dicha Universidad. Es miembro de SoColNet (Society of Collaborative Networks) y ADINGOR (Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización). Entre las líneas de investigación destacan los temas relacionados con la inteligencia artificial, las redes colaborativas, los sistemas productivos, la



trabajar en temas relacionados con la innovación educativa, su investigación también abarca los sistemas productivos, simulación, redes colaborativas, innovación y transferencia de conocimiento, etc.

Juan José de Benito Martín, Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Valladolid, donde ejerce sus labores de docencia e investigación como Profesor Titular Universitario. Es miembro del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), de SoColNet (Society of Collaborative Networks), ADINGOR (Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización) y el AIIM (Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid). Además de

REFERENCIAS

- [1] J. Playá, "Malos tiempos para los empollones". La vanguardia. Diciembre 1999.
- [2] D. Goleman, *Inteligencia emocional*. Editorial Kairós (4ª edición), 1996.
- [3] R. C. Andreu, *Aprendizaje basado en problemas*. Taller del Centro Buendía. Valladolid, 2003.
- [4] P. Sanz, J.J. de Benito, J.A. Araúzo, "Métodos de aprendizaje cooperativo como complemento a la enseñanza del marketing en carreras de ingeniería," en Ayala Calvo, J.C. y Grupo de Investigación FEDRA (Family Enterprise Development Research Applications) (Eds.) *Conocimiento, innovación y emprendedores: camino al futuro*. Universidad de la Rioja. pp. 56-66, 2007.
- [5] X. Coller, *Estudio de Casos*. Madrid: CIS, 2000. Cuadernos metodológicos, 30, 2001.
- [6] R.E. Stake, *Investigación con Estudios de Casos*. Morata, Madrid, 1998.
- [7] S. Wassermann, *Estudio de casos como método de enseñanza*. Amorrortu editores. Abril 1999.
- [8] J.E. Baños, *El aprendizaje basado en problemas*. Educ. Med: 4-12, 2001.
- [9] YouTube, Broadcast yourself. Disponible en <http://www.youtube.com>.
- [10] Plataforma educativa Moodle.org. Disponible en <http://docs.moodle.org/es>.
- [11] CincoDias.com. Disponible en <http://www.cincodias.com>.
- [12] M. Santemas, *Marketing: conceptos y estrategias*. Ed Pirámide, Madrid, 1998.
- [13] L. Márquez y M. Salazar, *Modelando el futuro del diseño*. Disponible en <http://www.ambienteplastico.com>. Última visita diciembre de 2008.

Capítulo 19

Cómo Formar Ingenieros en Informática en la Competencia Sostenibilidad y Compromiso Social

David Franquesa, Josep-Llorenç Cruz, Carlos Álvarez, Fermín Sánchez, Agustín Fernández y David López

Title— Teaching Sustainability and Social Compromise in Computing degrees.

Abstract— In addition to the technical skills, the new trends in engineering education include the so-called professional skills. These skills are usually hard to teach and to evaluate, and some of them are difficult to include in technical subjects. In this paper, we analyze the "Sustainability and Social Responsibility" skill, and we present several techniques to develop it, both at the comprehension and the application levels according to the Bloom taxonomy. Besides, we also analyze the main requirements in an Educational Institution in order to implement this skill.

Keywords— Professional Skills, Social Responsibility, Studies Organization, Sustainability, University Organization.

Abstract— En los nuevos planes de estudios hay que desarrollar competencias que resultan novedosas: prácticamente no han sido

Este artículo fue presentado originalmente a las XV Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI 2009. El trabajo ha sido desarrollado con el apoyo del Ministerio de Educación de España (proyectos TIN2007-60625 y TIN2007-61763).

David Franquesa está en la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad, en la Universitat Politècnica de Catalunya, c/Colom 1. Campus Terrassa. Edif. TR1., Terrassa (email: david.franquesa@catunesco.upc.edu)

José-Llorenç Cruz está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (despacho C6-207, email: cruz@ac.upc.edu)

Carlos Álvarez está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (despacho D6-108, email: calvarez@ac.upc.edu)

Fermín Sánchez está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (teléfono: +34 934017234, fax: +34 934017055, despacho D6-106, email: fermin@ac.upc.edu).

Agustín Fernández está en la Facultad de Informática Barcelona, en el departamento de Arquitectura de Computadores, España. (despacho C6-219, email: agustin@ac.upc.edu)

David López pertenece al departamento de Arquitectura de Computadores de la Universidad Politécnica de Cataluña, e imparte clase en la Facultad de Informática Barcelona, España. Dirección: despacho C6-218, UPC- Campus Nord, C/Jordi Girona 1-3 08034 Barcelona, España. Email: david@ac.upc.edu.

trabajadas con anterioridad. Cómo enseñarlas y cómo evaluarlas es una preocupación para los diseñadores de los nuevos planes. Este artículo analiza la competencia "Sostenibilidad y Compromiso Social", explicando técnicas para desarrollarla tanto a nivel de comprensión como al de aplicación, según la taxonomía de Bloom, y analiza las condiciones que deben darse en un centro para poder implementar estas técnicas en las asignaturas de su plan de estudios.

Keywords— Competencias transversales, Organización de Planes de Estudio, Organización de la Universidad, Responsabilidad Social, Sostenibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

LA implantación del Espacio Europeo de Educación superior (EEES) supone realizar un nuevo diseño de todas las titulaciones. Para llevar a cabo este trabajo no sólo se deben adaptar y actualizar los contenidos técnicos de la enseñanza, sino que también se deben incluir nuevos contenidos transversales o profesionales [1] que persiguen formar titulados más capaces y, en definitiva, más útiles a la sociedad. Estos nuevos contenidos parten de Europa, donde los descriptores de Dublín [5] definen el conjunto de competencias de un titulado de un determinado nivel. Dichas competencias se desarrollan en el Real Decreto [8] por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales y se concretan para la informática en las competencias definidas por la CODDI [7] o en otras propuestas [10].

De entre las competencias transversales hay un subconjunto que resulta más fácil de concretar, ya que existe una larga tradición en su enseñanza. Otras, como la responsabilidad y la ética profesional o la conciencia social, a pesar de la importancia que actualmente se les confiere resultan más novedosas, menos trabajadas y, por lo tanto, presentan más dificultades para transmitirlos a los estudiantes. Por ejemplo, en [10] se enumeran las siguientes como competencias transversales de la ingeniería en informática, indicando entre

paréntesis el nivel de importancia (sobre 3) otorgado a estas competencias en la titulación:

- Actuar en el desarrollo profesional con responsabilidad y ética profesional y de acuerdo con la legislación vigente (3).
- Considerar el contexto económico y social en las soluciones de ingeniería, siendo consciente de la diversidad y la multiculturalidad, y garantizando la sostenibilidad y el respeto a los derechos humanos (2).

La forma más simple de incorporar estas competencias es incluyendo algún tema que las refleje en asignaturas ya existentes, o creando nuevas asignaturas que se dediquen en exclusiva a estos temas. Con estas aproximaciones, sin embargo, es muy difícil que el estudiante pueda llegar más allá de un conocimiento de nivel 2 en la taxonomía de Bloom en estas materias, lo cual puede juzgarse insuficiente.

En este artículo se presenta una experiencia llevada a cabo en nuestra universidad que, gracias a la implicación de diversos agentes, permite alcanzar el nivel 3 de la taxonomía de Bloom en las competencias antes mencionadas, permitiéndonos traspasar la frontera entre la teoría y la práctica.

En la Sección 2 se explican los niveles de competencia y como pueden alcanzarse; la Sección 3 detalla los medios y agentes que intervienen en nuestra universidad en el desarrollo de estas competencias; la Sección 4 explica cómo se aprovechan los recursos disponibles; la Sección 5 presenta los resultados obtenidos; finalmente, la Sección 6 comenta las conclusiones.

II. NIVELES DE COMPETENCIA Y CÓMO ALCANZARLOS

Desarrollar la competencia Sostenibilidad y Compromiso Social (SyCS) requiere un cambio en la manera de pensar, dado que se busca la equidad y la solidaridad inter e intrageneracional de los recursos naturales [3], así como la preservación de la diversidad cultural [4], y estos no son temas que se hayan relacionado habitualmente con la educación en ingeniería.

Además, esta competencia se puede alcanzar a varios niveles. Bloom [2] distingue seis niveles de competencia en el dominio cognitivo: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. En este trabajo queremos presentar acciones que podemos llevar a cabo para conseguir que nuestros estudiantes alcancen los tres primeros niveles en la competencia SyCS. Así pues, ¿qué esperamos de nuestros alumnos en cada nivel?

- Nivel 1 (conocimiento): los alumnos deben ser capaces de identificar el precio que las TIC tienen a nivel social y medioambiental, y ser capaces de definir por qué la tecnología transforma la manera de vivir.
- Nivel 2 (comprensión): los alumnos deben ser capaces de predecir cómo su trabajo (actual y futuro) puede influir en temas sociales y ambientales, y extrapolar lo aprendido a su profesión.

- Nivel 3 (aplicación): los alumnos deben ser capaces de enfrentarse a problemas reales relacionados con SyCS, diferentes de lo estudiado, y aplicar su conocimiento.

La Figura 1 (siguiente página) identifica en un diagrama causal los diferentes elementos implicados en nuestro trabajo (incluyendo los tres niveles de Bloom, con círculo en negrita), y donde las flechas indican relaciones positivas entre los mismos. Analizaremos a continuación este diagrama.

A. Acciones que afectan la docencia

Veremos a continuación acciones relacionadas con la educación, correspondientes a la parte derecha del diagrama causal.

- *Interacción y compromiso con la sociedad.* Se acusa muchas veces a la universidad de vivir en una “torre de marfil”, ignorante de los problemas reales de la sociedad. La universidad debe asumir nuevos roles y retos que tengan por objetivo afrontar las actuales crisis (energética, ecológica, de alimentos, financiera, etc.) [6]. Dentro de estos roles, destaca el de formar estudiantes que participen y se comprometan con los retos del entorno local, regional e internacional para asumir un rol activo en la solución de la problemática.
- *Observación y análisis del impacto de la tecnología en la sociedad.* Un modelo mental es una imagen mental arraigada en nuestro ser que usamos para comprender el mundo. Debemos plantear a nuestros estudiantes preguntas como: ¿Qué impactos sociales y ambientales tiene un chip de memoria? ¿Cuánta agua requiere la fabricación de un procesador? Con ello buscamos conseguir que tengan una actitud de aprendizaje continuo que incluya algo más que la “tecnología”, que busquen nueva información y conceptos, que cuestionen y reinterpreten la realidad cambiando su modelo mental y mirando con sus propios ojos, sin basarse en palabras, relatos y opiniones de otras personas. Esto afecta al primer nivel de Bloom.
- *Propuesta de soluciones.* ¿Cómo puedo reducir los desechos electrónicos (*E-waste*) que genera mi trabajo? La visión crítica nos llevará a la reflexión y a pensar sobre las acciones que podemos tomar para que la realidad se acerque más a lo que nos gustaría que fuera la realidad. Esto afecta al segundo nivel de Bloom.
- *Proyectos.* Más allá de proponer ideas, hay que implementarlas, aplicándolas a diferentes entornos y situaciones. Esta aplicación crea una experiencia. Las cosas salen bien o mal, o con ciertos problemas específicos. La realización de proyectos permite que exista la evaluación y por consiguiente la reflexión sobre preguntas como: ¿qué ocurrió? ¿por qué ocurrió? y ¿qué podemos aprender de ello? Esto nos lleva al tercer nivel de Bloom, y es la más difícil de llevar a cabo.

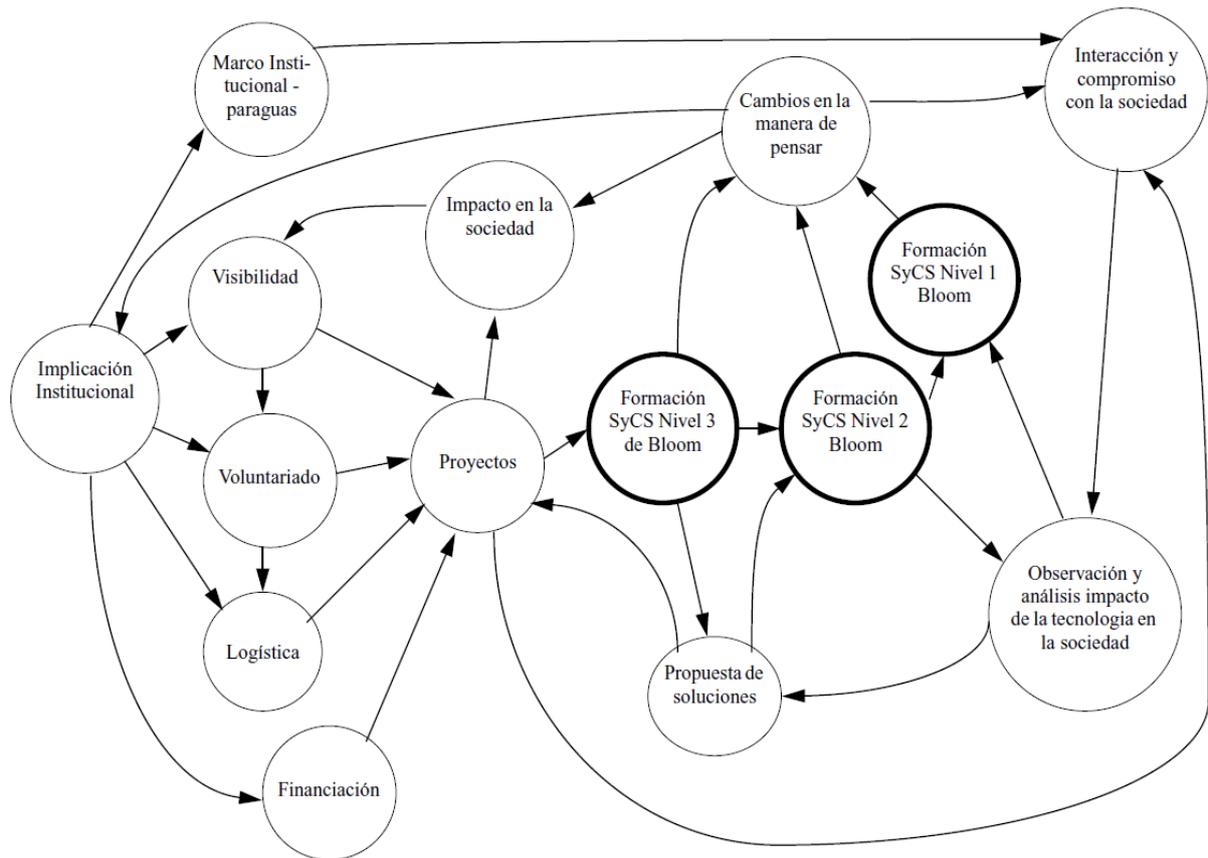


Figura 1. Diagrama causal

B. Implementación en los planes de estudio

¿Cómo se trasladan estas ideas a nuestra docencia? Tenemos varias opciones:

- *Con asignaturas dedicadas:* asignaturas orientadas a adquirir estas competencias, estudiando los efectos e impactos sociales, ambientales y económicos de la informática, su historia, leyes que afectan a su práctica, ética, deontología profesional, política, etc., esperando que los alumnos asuman habilidades de reflexión, capacidad de estudio y análisis, espíritu crítico y metodologías que permitan afrontar la complejidad de la sostenibilidad. Estas asignaturas suelen cubrir las competencias al nivel 1 de la taxonomía de Bloom.
- *Con nuestras asignaturas “habituales”, si incluyen estas ideas.* De hecho, todas nuestras asignaturas deberían incorporar estas ideas, pues sería contradictorio que una asignatura sensibilizara a los estudiantes en un consumo responsable de los recursos informáticos y en otra no se fomentara un diseño eficiente de éstos. Es importante incorporarlo en todas las asignaturas, pues si nosotros no le damos importancia, es difícil que nuestros alumnos lo hagan. Así pues, nuestras soluciones deberían incorporar análisis de impacto social y ambiental de las soluciones propuestas, de manera que alcanzáramos el

nivel 2 de Bloom.

- *Llegando un poco más lejos en algunas asignaturas “habituales”.* Muchas asignaturas tienen prácticas que se pueden orientar a trabajar en entornos reales y en colaboración con organizaciones sensibles a estos temas. Esto nos llevaría al nivel 3 de la taxonomía de Bloom. Dada su naturaleza, no se puede hacer en todas las asignaturas, pero sabemos que no todas las asignaturas deben incidir, ni de la misma manera, en todas las competencias.
- *En el Proyecto de Final de Carrera (PFC).* Podemos hacer que todo proyecto incluya un estudio del impacto social y ecológico del mismo (igual que incluye normalmente un estudio económico). También se pueden realizar proyectos en colaboración con el Tercer Sector (o sector solidario). Tanto en el ámbito local como en el internacional, las TIC pueden contribuir efectivamente a un desarrollo sostenible: sistemas informáticos para la gestión adecuada de recursos naturales (agua, alimento, medicinas,...); fomento del software libre para facilitar la apropiación de las TIC por parte de otras culturas; instalación de aulas informáticas; gestión e infraestructuras de ONG, y un largo etcétera, pueden ser proyectos que permitan al alumno tomar conciencia de las desigualdades, las injusticias sociales y los problemas ambientales.

C. Implicación institucional y voluntariado

La parte izquierda del diagrama presenta dos agentes imprescindibles, pero que como docentes no podemos controlar: el voluntariado y la implicación institucional.

Sin voluntarios, casi nada puede hacerse. Especialmente, si hablamos de proyectos. Necesitamos profesores dispuestos a incorporar estas ideas a sus asignaturas y a dirigir proyectos de este tipo. Necesitamos alumnos que quieran llevarlos a cabo. Necesitamos el soporte de estudiantes, profesores y personal de administración y servicios que dediquen una parte de su tiempo a ayudar a que este sistema se mantenga. Y, por otro lado, necesitamos el soporte institucional: la universidad y los centros deben *permitir e impulsar* estas iniciativas.

Permitir con una legislación donde los profesores interesados puedan incluir estas competencias en sus asignaturas o creen asignaturas dedicadas, ofreciendo un *Marco institucional o paraguas* donde aquéllos que quieren desarrollar estas ideas no sean castigados ni encuentren problemas que les lleven a renunciar. Ofreciendo reconocimiento al *voluntariado*, como permitiendo PFC con el tercer sector, reconociendo los créditos de estas asignaturas a profesores y estudiantes, o los méritos a los profesores, y contando esta actividad como parte de su encargo docente.

Impulsar ofreciendo *financiación* cuando sea necesario. Normalmente no se requiere, pero en algunos casos es imprescindible, como en PFC en países en vías de desarrollo, donde hay que viajar al país para dejar el proyecto en explotación. También hay que ofrecer la *logística* necesaria. Puede ser una sala de reuniones, un almacén donde dejar equipo para reciclar o, lo más importante, que sea la institución la que busque y gestione proyectos mientras que los *voluntarios* se dedican a desarrollarlos, sin preocuparse de nada más que de la interacción con los “clientes” y del desarrollo del proyecto. Finalmente, la institución debe dar *visibilidad* a estos esfuerzos. Si los alumnos o la sociedad no saben que se están realizando estos proyectos, no surgirán nuevos proyectos ni nuevos voluntarios.

D. El objetivo final

Aunque el objetivo pedagógico pueda ser la adquisición de la competencia SyCS a cierto nivel, no debemos confundir los medios con el fin. El objetivo final es lo que se consigue adquiriendo esta competencia: *cambiar la manera de pensar* de los miembros de la Universidad para que esto tenga *un impacto en la sociedad*. Estos dos puntos forman parte del diagrama causal.

Mejorar la formación en SyCS, a cualquier nivel, tiene un impacto positivo en los cambios en la manera de pensar. Pensar de otra manera, además de tener un efecto positivo en la sociedad, también incrementa la interacción y el compromiso con la sociedad, siendo el principio de un bucle de realimentación positiva, pues comenzamos con todo aquello que ha provocado los cambios en la manera de pensar. Este bucle puede empezar en los estudios y durará toda la vida. El antiguo alumno, ahora un profesional, realizará proyectos que tendrán en cuenta lo adquirido. En cada

proyecto se podrán incluir estos conceptos en diferente grado, pero si cada vez que repite el bucle se reflexiona sobre la experiencia, tratando de aclarar y mejorar los conceptos y luego llevar esos conceptos otra vez a la práctica, se habrá adquirido esta competencia.

III. LA INFRAESTRUCTURA EN NUESTRA UNIVERSIDAD

En la sección anterior se explica la infraestructura necesaria para la enseñanza a diversos niveles de la competencia de SyCS desde un punto de vista general. En esta sección explicaremos qué agentes están implicados en este proceso en nuestra facultad, y cómo se concreta su participación.

El primer pilar básico para llevar a cabo estas tareas es la implicación institucional, en nuestro caso tanto de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) como de la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). La UPC ha creado diversas entidades que contribuyen a las tareas desarrolladas, como la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad, el Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD) y el Centro para la Sostenibilidad (CS), responsable del programa STEP2015. El CCD es un centro sin ánimo de lucro cuyas principales misiones son sensibilizar y formar a la comunidad universitaria en la problemática social, técnica y económica de los países en vías de desarrollo; cooperar y colaborar con ONGs, empresas, instituciones y países en programas de formación, relación e intercambio para potenciar el desarrollo; e informar y difundir las experiencias realizadas. La financiación del CCD proviene principalmente de aportaciones voluntarias del 0,7% de nóminas, convenios y matrículas, aportaciones de carácter finalista para la realización de proyectos. El CS tiene como objetivo integrar la sostenibilidad en la actividad de la UPC. Entre otras actividades, coordina el programa STEP 2015 (*Sustainability, Technology and Excellence Program*), enmarcado en el plan UPC Sostenible 2015, que pretende dar soporte a los centros y al profesorado para la inclusión de la competencia transversal obligatoria de SyCS en los nuevos estudios de Grado de la universidad. Además de todas estas entidades, una parte de los miembros de los órganos de gobierno de la universidad, varios vicerrectores y el Comisionado para el Desarrollo Sostenible apoyan activamente iniciativas de este tipo.

La FIB, por su parte, da soporte a asignaturas que incluyan estas competencias reconociendo el trabajo del personal de administración y servicios, de los profesores y de los alumnos. Pero su tarea no acaba ahí; junto con el CCD y la UPC, colabora en la visibilidad y comunicación de las tareas llevadas a cabo, incluyendo los resultados de estas actividades en su memoria anual.

La ayuda logística y la financiación que proporcionan la FIB, el CS y el CCD nos permiten llevar a cabo proyectos y experiencias como la presentada en este artículo sin que todo el trabajo de organización recaiga en los organizadores. Esta ayuda evita que la gente que lleva a cabo este tipo de iniciativas se quemara en su trabajo y así las experiencias, lejos

de morir, crecen a lo largo de los años, sumando esfuerzos de múltiples actores y convirtiéndose en un sistema sostenible.

Estos factores en su conjunto han permitido canalizar la vocación de voluntariado de los miembros de la universidad en la creación de la asociación TxT (Tecnología para Todos [8]), una ONG formada por PAS, estudiantes y profesores cuyo principal objetivo es hacer accesibles las TIC a instituciones sociales sin ánimo de lucro y a zonas geográficas deficitarias donde esta tecnología pueda ser útil. Además, se encarga de aumentar la sensibilización de las personas de la Facultad, sobre la problemática de la injusticia social en el área de las TIC y sobre la contaminación medioambiental que genera nuestra actividad.

Gracias a todos estos factores, es posible llevar a cabo diversas iniciativas concretas que permiten a los estudiantes adquirir el nivel de aplicación en SyCS: por un lado, la realización de PFCs que implican proyectos reales solidarios en el tercer mundo, y por otro las Jornadas Reutiliza, un taller de reciclaje de ordenadores en el que participan alumnos de dos asignaturas.

IV. APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS

Para conseguir desarrollar el nivel de aplicación (nivel 3) de la taxonomía de Bloom hay que aprovechar los recursos tenemos al alcance de forma que los alumnos puedan poner en práctica los conocimientos y habilidades adquiridas. En nuestro caso, para poner en práctica los conocimientos teóricos sobre SyCS adquiridos en la carrera disponemos de dos asignaturas: Arquitectura de un PC (APC) e Introducción al Linux y al Software de Libre Distribución (ILSLD). Existen otras asignaturas en las que se trabaja la competencia SyCS, pero no al nivel de aplicación.

APC es una asignatura de libre elección completamente adaptada al EEES (<http://docencia.ac.upc.edu/ALE/ArqPC>). Aunque se adquieren básicamente conocimientos técnicos relacionados con el diseño de componentes, ensamblaje y arquitectura de un computador, en esta asignatura se hace un gran hincapié en la adquisición de competencias transversales. Entre las competencias transversales que trabaja se encuentran las más complicadas de enseñar en una carrera técnica, las relacionadas con objetivos humanísticos.

La asignatura ILSLD (<http://docencia.ac.upc.edu/ALE/ILSLD>) se encarga de divulgar entre los estudiantes las ventajas e inconvenientes del software de libre distribución. Además, trata que conozcan sus implicaciones sociales y ambientales a través de su influencia en el hardware. En esta asignatura se les enseña a instalar y configurar adecuadamente sistemas operativos y aplicaciones de libre distribución adaptándolas a las necesidades puntuales de cada posible uso.

La asociación TxT organiza las Jornadas Reutiliza. En estas jornadas, en las que participan activamente alumnos de la FIB, se realizan conferencias sobre sostenibilidad, compromiso social, temas medioambientales, desarrollo humano sostenible, consumo responsable, etc. Estas jornadas incluyen, además,

un taller de reciclaje de ordenadores en el que participan de forma obligatoria (como una actividad más de clase) alumnos de APC e ILSLD. Los talleres se centran en la reparación y puesta a punto de equipos informáticos procedentes de renovaciones de material informático de los centros y departamentos de la UPC. Estos PC se consideran desfasados u obsoletos para el uso de aplicaciones actuales, pese a tener una antigüedad cercana a los tres años, pero son perfectamente válidos para usos menos exigentes. Estos equipos, una vez “preparados”, se destinan básicamente a dar soporte a iniciativas solidarias. Las Jornadas Reutiliza, que están abiertas a cualquiera que quiera participar, han tenido tal aceptación en la comunidad universitaria que durante el 2008 ya se ha celebrado su décima edición.

Todos los alumnos de APC e ILSLD participan en las Jornadas Reutiliza, desarrollando los conocimientos adquiridos al nivel de aplicación de la taxonomía de Bloom, y adquiriendo /afianzando/ incrementando sus compromisos solidarios.

Los alumnos de APC tienen que catalogar, revisar y reparar (si procede) los ordenadores que han sido desinventariados. Estos ordenadores pueden estar en cualquier estado. Los alumnos son los responsables de evaluar su estado, decidir si es adecuado repararlos para dejarlos en perfecto funcionamiento o si, por el contrario, es mejor extraer las piezas útiles y enviar las sobrantes a un puesto de reciclaje. Este tipo de tarea fomenta la reusabilidad, mostrando las ventajas que ello conlleva para el medioambiente, además de ganar experiencia en el montaje y reparación de equipos informáticos.

Los alumnos de ILSLD se encargan de instalar el sistema operativo (en el idioma apropiado) y todos los programas en los ordenadores recuperados, según las necesidades de los proyectos a los que van destinado (que conocen de antemano).

En todo momento los alumnos saben a qué organizaciones irán destinados los PCs y la función social que realizarán. En todo momento son conscientes de que van a ir a destinatarios sin (o con pocos) recursos, a veces en lugares remotos y sin capacidad de reparar los equipos en caso de que algo no funcione. Ello ayuda a que realicen el trabajo con mayor seriedad y responsabilidad.

Por otro lado, tanto en ILSLD como en APC hay que realizar un trabajo de curso y hacer una presentación pública del mismo. Todos los cuatrimestres hay varios trabajos relacionados con la función social del ingeniero, aspectos sociales, medioambientales, sostenibilidad, etc. Muchos de estos trabajos también se han presentado en las Jornadas Reutiliza. Estas presentaciones, que se realizan delante de un público interesado y sensibilizado en esos temas, y sus posteriores debates, les ayudan incrementar su compromiso social. Los estudiantes asisten, e intervienen activamente, a las presentaciones. Además, todos los trabajos están disponibles en las páginas web de las asignaturas.

Las Jornadas Reutiliza se organizan dos veces al año y duran tres días. El primer día, los alumnos de APC catalogan todos los ordenadores, realizan una comprobación exhaustiva

de su funcionamiento, separan los que no funcionan correctamente y registran en una base de datos la configuración de los que funcionan bien. El segundo día, los alumnos de ILSLD instalan en los equipos disponibles un Linux y el software (libre) requerido por las entidades beneficiarias de los equipos. El tercer día asisten los alumnos de ambas asignaturas. Las dos primeras horas son dedicadas por los alumnos de APC a reparar los ordenadores estropeados o despiezar los desahuciados, ya sea por irreparables o por obsoletos. En las siguientes horas se incorporan los estudiantes de ILSLD para acabar de instalar los ordenadores que quedaron pendientes el segundo día y los reparados ese mismo día. Al final del tercer día, algunas las entidades beneficiarias pasan a recoger sus equipos, permitiendo así que interaccionen directamente con los alumnos. Miembros de TxT dan soporte a todo el proceso. Durante los tres días, además, se realizan conferencias y talleres relacionados con SyCS, dirigidos a todo el Campus.

Las Jornadas Reutiliza permiten a los estudiantes entrar en contacto con una ONG (para muchos de ellos por primera vez) y colaborar en proyectos de solidaridad. Establecen contactos con miembros de proyectos de cooperación locales e internacionales en el ámbito de las TIC, y/o con fundaciones y entidades sin ánimo de lucro. Para algunos de ellos es el inicio de una colaboración a largo plazo, y para otros la oportunidad para desarrollar en el futuro su PFC en temas de cooperación.

Todo esto afianza el compromiso social de los alumnos e incide de forma positiva en su percepción de valores como el progreso y la justicia. Experimentan de primera mano cómo se puede ser más solidario, más respetuoso con el medio ambiente y más sostenible sin que a ellos les represente un esfuerzo económico.

V. RESULTADOS

En noviembre de 2008 se realizaron las X Jornadas Reutiliza. Desde su inicio, en 2003, se han revisado y actualizado más de 1200 PC que han sido utilizados en más de un centenar de proyectos. Sin esta iniciativa, todos estos equipos habrían acabado como residuos.

A grandes rasgos, la UPC tiene 30.000 alumnos, 2.500 docentes y 1.500 trabajadores de administración y servicios, con un parque de unos 5.000 PC. Con una vida útil de 5 años (en el mejor de los casos), la UPC ha de retirar 1.000 PC por año. Teniendo en cuenta esto, las jornadas son claramente insuficientes. Programas similares deberían aplicarse de forma sistemática en todos los Campus y Escuelas de la UPC.

Algunos de los equipos preparados en las Jornadas Reutiliza se han destinado a mejorar los servicios y programas de entidades e instituciones sin ánimo de lucro en nuestro entorno más cercano, a montar aulas informáticas destinadas a grupos desfavorecidos y a otras iniciativas de interés social. Otros equipos se han destinado a proyectos de cooperación para el desarrollo en 17 países (Angola, Argelia, Bolivia, Burkina Faso, Colombia, Cuba, Ecuador, Guinea Ecuatorial,

Gambia, Guatemala, Haití, Marruecos, Mozambique, Paraguay, Perú, Senegal y Togo). Una información más detallada puede encontrarse en <http://txt.upc.edu> y en la memoria anual del CCD (<http://www.upc.edu/ccd>).

Una parte muy importante de las Jornadas Reutiliza es aprovechar parte del material informático que consideramos obsoleto, pero también es muy importante introducir, de forma activa, a nuestros estudiantes en actividades relacionadas con la Sostenibilidad y el Compromiso Social.

A parte de la información subjetiva y de los comentarios de los alumnos, disponemos de una encuesta que realizamos a los alumnos de APC. Es una encuesta muy amplia que trata alguno de los puntos que nos interesan.

Una de las preguntas de la encuesta pide realizar una valoración numérica (de 1 a 10) de la importancia que le daban a la función social del ingeniero (medio ambiente, derechos humanos, sostenibilidad, etc.) antes y después de cursar la asignatura. La nota media pasa de un 6,5 a un 8. Prácticamente todos los alumnos opinan que habría que incluir algunos de estos temas en más asignaturas de la carrera, aunque no se definen en qué tipo de asignatura debería ser (obligatoria, optativa o de libre elección). Finalmente, la mayoría de los alumnos considera que todos los cuatrimestres debería haber algún trabajo en la asignatura relacionado con estos temas, les gusta que se traten en las clases teóricas y consideran que la asignatura APC mejora mucho con ellos.

VI. CONCLUSIONES

Trabajar la competencia de Sostenibilidad y Compromiso Social (SyCS) requiere pensar de una manera más sistémica: verlo con nuestra propia mirada (modelo mental), y construir con la práctica un marco conceptual que sea justo ambiental y socialmente.

No hay un modelo único de SyCS, por eso es recomendable familiarizarse con diferentes enfoques, tratar de aplicarlos en el contexto de la universidad, participar en una reflexión sobre las acciones realizadas para generar nuevo aprendizaje a base de experiencias y, gradualmente, sacar conclusiones propias (marcos conceptuales). Por medio de este proceso, el alumno desarrolla su propio marco conceptual consistente y evolutivo, que le ayudará en un proceso continuo de aprendizaje relacionado con SyCS.

La competencia en SyCS se puede alcanzar a diversos niveles, según la taxonomía de Bloom. En este trabajo hemos presentado las condiciones para alcanzar el nivel 3 (aplicación), para lo que se necesita que las instituciones se impliquen ofreciendo un marco institucional apropiado, haciendo visibles y comunicando los proyectos realizados, fomentando el voluntariado y reconociendo su labor, y ofreciendo recursos humanos para las tareas de logística y financiación para las prácticas y proyectos de cooperación. Pretendemos con ello que los profesores interesados puedan identificar qué elementos tienen en su universidad y cuales les faltan, para poder promover la creación de estos últimos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren expresar su agradecimiento a todas las instituciones de la UPC implicadas en la sostenibilidad y especialmente a los voluntarios que participan en estas actividades. Sin ellos, nada de todo esto es posible.

Los autores agradecen al Comité de Programa de las JENUJ y a los responsables de TICAI haber elegido este trabajo para su publicación en este libro.

REFERENCIAS

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). Libro blanco del título de grado en Informática. http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf
- [2] Bloom, B.S., J.T. Hastings y G.F. Manaus. Taxonomía de los objetivos de la educación, Tomo I (conocimientos) y Tomo II (dominio afectivo). Ed. Marfil, Alcoy 1973.
- [3] Brundtland, G.H. (1992). Nuestro Futuro Común. Madrid: Alianza Editorial.
- [4] Cendra, J., W. Stahel, A. (2006). Hacia una construcción social del desarrollo sostenible basada en la definición de sus dimensiones y principios, articulados a partir de la ecuación IPAT. Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo, Núm 1,
- [5] Complete Set Dublin Descriptors 2004. <http://www.jointquality.org/>. Última consulta, abril de 2008.
- [6] GUNI (2008). Global University Network for Innovation Report. Higher Education in the World. Vol III. "New Challenges and Emerging Roles for Human and Social Development". Houndmills: Palgrave Macmillan.
- [7] <http://www.fic.udc.es/CODDI/documentacion/acuerdosCODDI sobre Titulaciones092007.pdf>. Última consulta abril 2008
- [8] <http://txt.upc.es>. Última consulta abril 2008
- [9] Real Decreto 1393/2007, de 29 de Octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. BOE 30 de Octubre de 2007, pág 44037-44048
- [10] Sánchez, Sancho, Botella, García, Aluja, Navarro, Balcázar. Competencias Profesionales del Grado en Ingeniería Informática, JENUJ08, pp. 123-131.



David Franquesa Griso es estudiante del programa de doctorado en Tecnología, Humanismo y Sostenibilidad de la Cátedra UNESCO de Sostenibilidad de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Ingeniero en Informática desde 2006 por la misma universidad. Su principal línea de investigación es la aplicación del *Business Intelligence* y las tecnologías *Data Warehouse* para el progreso de la Sostenibilidad y la Responsabilidad Social Corporativa.

Trabaja a tiempo parcial como consultor e investigador en INFORMATION WORKS GmbH, donde ha realizado proyectos en varias empresas internacionales, y actualmente realiza proyectos de I+D en *Transports Metropolitanans de Barcelona*, *Red Eléctrica de España*, *Criteria CaixaCorp*, *El Consorci Hospitalari de VIC* y *Aigües Ter Llobregat* entre otras empresas. Tiene una docena de artículos publicados con sus temas de investigación en congresos y revistas internacionales. Participo en el programa Europeo EASY-ECO de evaluaciones en sostenibilidad (2009, Viena) y actualmente participa en un Intensive Programme Erasmus dando soporte a los estudiantes de master (2010, Venecia). Colaborador en varias asignaturas de la UPC y codirector de 7 proyectos finales de carrera en informática.

David Franquesa es uno de los fundadores y actual responsable la asociación TxT - *Tecnología per a Tothom* (Barcelona, 2003), participó en una docena de proyectos internacionales de cooperación al desarrollo humano en el ámbito de las Tecnologías de la Información en los países de Bolivia, Marruecos, Perú y Guatemala, y fue el anterior responsable del Programa de Reutilización de Material informático de la UPC (2004-2008).



Josep-Llorenç Cruz Díaz (Barcelona, España, 1970) obtuvo el grado de Ingeniero en Informática en la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB) de la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC) en 1996. En 2001 se incorporó al Departament d'Arquitectura de Computadors como profesor asociado y en el año 2006 obtuvo una posición de profesor colaborador permanente. Su actividad docente e investigadora se centra en temas de arquitectura de computadores y en la jerarquía de memorias para microprocesadores, en particular: en el banco de registros, así como en la innovación docente y en la ética en la educación en Informática. Es miembro del grupo de investigación ARCO (Architectures and Compilers) de la UPC. Ha participado en varios proyectos de investigación españoles y europeos financiados. Es autor de diferentes artículos en congresos y revistas internacionales de reconocido prestigio. Es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales. Recientemente ha colaborado con el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC impartiendo talleres para la formación del profesorado de secundaria en temas de informática.



Carlos Álvarez (Barcelona, 1974) es Ingeniero Superior en Telecomunicación desde 1998 y Doctor en Arquitectura de Computadores desde 2007, ambos títulos obtenidos en la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Sus campos de estudio son la arquitectura de computadores, el software libre y la innovación docente. Desde 1998 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España). También es tutor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC)

desde 1999. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas reconfigurables para aplicaciones biomédicas, en nuevas aplicaciones educativas basadas en software libre y en el desarrollo e implantación de nuevas estrategias docentes para la enseñanza de competencias transversales en las titulaciones universitarias españolas adaptadas al EEES.



Fermín Sánchez Carracedo (Barcelona, 1962) es Técnico Especialista en Electrónica Industrial por la E.A. SEAT (Barcelona, España, 1981), Licenciado en Informática desde 1987 y Doctor en Informática desde 1996, los dos últimos títulos obtenidos en la *Universitat Politècnica de Catalunya* (UPC, Barcelona, España). Su campo de estudio es la arquitectura de computadores y la innovación docente. Desde 1987 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 1997. También es consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC) desde 1997. Participó en la elaboración del actual plan de estudios de la Facultat d'Informàtica de Barcelona como responsable docente del *Departament d'Arquitectura de Computadors* (2001-2005), y desde Mayo de 2007 es vicedecano de innovación de la FIB. Tiene varias decenas de publicaciones relacionadas con sus temas de investigación, es revisor de numerosas conferencias y revistas nacionales e internacionales y autor y coautor de varios libros, algunos de los cuales han sido galardonados con premios internacionales. Actualmente trabaja en el desarrollo de nuevas arquitecturas multihebra para procesadores VLIW y en el desarrollo e implantación de nuevas estrategias docentes para adaptar las titulaciones universitarias españolas al EEES. El Dr. Sánchez es miembro de AENUI, ha sido miembro del comité de organización y programa de diversas conferencias y otros eventos nacionales e internacionales, es coordinador en el BSC-CNS (*Barcelona Supercomputing Center* - Centro Nacional de Supercomputación) del programa de movilidad europea *Transnational Access* del HPC-Europa desde Marzo de 2004, es director del MAC (Museo de Arquitectura de Computadores) desde Febrero de 2006 y miembro de la junta directiva del *Cercle Fiber* desde Noviembre de 2002.



Agustín Fernández (Barcelona, 1962) es Licenciado y Doctor en Informática (*Universitat Politècnica de Catalunya –UPC–*, 1988 y 1992 respectivamente). Su especialidad incluye la arquitectura y estructura de computadores y la educación en ingeniería.

Desde 1988 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 2003. Es consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya* (UOC) desde el año 2000. Ha ocupado el cargo de Secretario de Departamento de 1995 a 1998 y de 2001 a 2005. Sus temas de investigación están relacionados con la arquitectura de computadores, compiladores para arquitecturas de altas prestaciones y procesadores gráficos (GPUs).



David López (Barcelona, 1967) es Licenciado y Doctor en Informática (*Universitat Politècnica de Catalunya –UPC–*, 1991 y 1998 respectivamente). Más allá de la formación técnica, posee un Postgrado en Arte y Sociedades del Asia Oriental (*Universitat Oberta de Catalunya*, 2008). Su especialidad incluye la arquitectura y estructura de computadores, la educación en ingeniería, y la relación de la tecnología con la sostenibilidad, la ética y los derechos humanos.

Desde 1991 trabaja como profesor en el *Departament d'Arquitectura de Computadors* de la UPC (Barcelona, España), donde es profesor Titular de Universidad desde 2001. Ha sido consultor de la *Universitat Oberta de Catalunya*. Ha ocupado el cargo de Secretario de Departamento entre 2005 y 2008. Su tesis estuvo relacionada con temas de arquitectura de computadores y compilación, y desde el 2006 ha hecho de la educación en ingeniería y su relación con ética y la sostenibilidad su tema principal de investigación, con una veintena de artículos científicos y divulgativos publicados en los últimos 4 años. Ha dirigido diversos proyectos de cooperación y es uno de los responsables de la implantación en los planes de estudios de informática en la UPC de las competencias relativas a “Sostenibilidad y Compromiso Social” y “Comunicación eficaz oral y escrita”. El Dr. López es miembro de AENUI, y uno de los editores de la revista de educación *ReVisión*. Es también uno de los miembros fundadores de la organización TxT (de la que se habla en el artículo)

Capítulo 20

Desarrollo de Recursos Docentes para la Evaluación de Competencias Genéricas

María José García García, María José Terrón López y Yolanda Blanco Archilla

Title— Developing Teaching Resources to Assess Generic Competences.

Abstract—We present in this paper part of the developed work developed under the frame of an interdepartmental project about teaching innovation in competences. An analysis of terms about generic competences was done in order to generate a list of competences to be studied, as well as found alternative denominations in used bibliography. From this list, we design templates which include the main characteristics that should be considered, those templates explain how develop and assess these key competences in our students through the subjects according to the EHEA. From these descriptors, we worked in worksheets where a list of possible activities is detailed, as well as rubrics or templates to help the teachers to assess the listed competences.

Keywords— assessment, generic competences, higher education, European Higher Education Area

Abstract— En este artículo se presentará parte del trabajo desarrollado dentro de un proyecto interdepartamental sobre innovación docente en competencias. Se realizó un análisis de términos que refieren a competencias genéricas, generándose un listado de competencias a estudiar, y de sus denominaciones alternativas conforme a la bibliografía utilizada.

A partir de este listado se diseñaron fichas que reúnen las principales características a tener en cuenta en el desarrollo y evaluación en el alumnado universitario de cada una de las competencias consensuadas, y que servirán de ayuda al profesor

Este trabajo fue presentado originalmente al CONGRESO JENUI 2009 (XV Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática) celebradas en Barcelona (Spain) en julio de 2009. MJ García, MJ Terrón and Y Blanco are at the Politechnical School of the Universidad Europea de Madrid. 28670 Villaviciosa de Odón. Madrid. Spain

Este trabajo se enmarca dentro de los proyectos “Diseño de modelos de evaluación y desarrollo de las competencias genéricas en los estudiantes de grado” OTRI-Universidad Europea de Madrid 2008 (nº de referencia 2008/UEM23) y “Integración de las competencias genéricas y su evaluación en los estudiantes en los nuevos títulos de grado” EA2008-0227.

María José García is with the “Departamento de Sistemas Informáticos” of Universidad Europea de Madrid. 28670 Villaviciosa de Odón
Email: mariajose.garcia@uem.es.

María José Terrón and Yolanda Blanco are with the “departamento de Electrónica y Comunicaciones” of Universidad Europea de Madrid. Emails m_jose.terron@uem.es, myolanda.blanco@uem.es.

que pretenda desarrollar competencias transversales en sus asignaturas de acuerdo al nuevo EEES.

En base a los descriptores que aparecen en estas fichas se está trabajando en la elaboración de fichas donde se detallan posibles actividades a realizar, así como en rúbricas y/o plantillas que pueden servir de ayuda al profesorado para la evaluación de las competencias recogidas en el listado.

Keywords— competencias genéricas, evaluación, educación superior, Espacio Europeo de Educación Superior

I. INTRODUCCIÓN

La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implica un diseño de las asignaturas basado en competencias y objetivos de aprendizaje, que afectan tanto a la metodología de enseñanza-aprendizaje, como a la evaluación. Tengamos en cuenta que los nuevos títulos de grado están estructurados en módulos o materias en cuyos objetivos de aprendizaje deben figurar “las competencias generales y específicas que los estudiantes deben adquirir durante sus estudios y que sean exigibles para otorgar el título” tal y como figura en el Real Decreto del 29 de octubre de 2007 [11].

Por otro lado, los egresados al optar a un empleo son evaluados no sólo por sus conocimientos técnicos si no en gran medida por las competencias personales que puedan aportar para el desempeño de sus tareas. Existen diversos estudios sobre las competencias personales de los egresados universitarios para integrarse en la sociedad del conocimiento y sobre el papel que desempeñan las universidades en el desarrollo de dichas competencias (CHEERS [3], Hoffmann [6], TUNING [17], REFLEX [12], “Accenture” y la plataforma “Universia” [1]). Estos estudios hacen que desde la universidad investiguemos cómo desarrollar esas competencias en los estudiantes y por tanto como evaluarlas.

En el presente artículo presentamos el trabajo realizado por el equipo investigador en la búsqueda de cómo desarrollar y evaluar adecuadamente dichas competencias y cómo crear para el profesorado herramientas que le sirvan de ayuda para ello. Así pues, en primer lugar se realizó un análisis de las competencias genéricas que figuraban en los documentos anteriormente mencionados. Para facilitar el entendimiento entre el alumnado y el profesorado, se creyó conveniente

generar un listado de competencias transversales lo más simple e integrador posible basándonos en las diversas denominaciones que aparecen en las fuentes consultadas. Tengamos en cuenta que el desarrollo de competencias transversales en el aula requiere de una gran coordinación del profesorado pues han de adquirirse de forma gradual a lo largo de los estudios de grado y ello pasa por que los profesores utilicen las mismas denominaciones.

Para que dicha propuesta fuera viable, a la vez que rigurosa y simple, se realizó lo que denominamos “la ficha de la competencia” para cada una de las competencias transversales de dicho listado, basándonos en el trabajo ya realizado previamente [4]. Esta ficha es un documento que aporta toda la información necesaria para el profesorado que quiera desarrollar dicha competencia.

Para que el desarrollo de estas competencias se realice de forma adecuada, será necesario establecer una programación de actividades que reúnan las principales características a tener en cuenta en el desarrollo y evaluación de las mismas. Así pues mostraremos algunos ejemplos de esas “fichas de actividad” y de procedimientos basados en criterios transparentes y baremables para evaluar su grado de consecución.

II. RECOPIACIÓN UNIFICADA DE COMPETENCIAS

Teniendo como primer objetivo el diseño del itinerario competencial y dado el gran número de competencias transversales existentes se consultaron varias fuentes. Se buscaron las competencias contenidas en el borrador del libro blanco del título de grado de Ingeniería Informática [9, 19], se recogió un listado con las competencias definidas en el Proyecto Tuning Educational Structures in Europe [17], asimismo se recogieron las competencias que figuraban en RD grado [11], las que figuraban en el informe REFLEX [12] y un listado que figura en el libro de “El desarrollo de las competencias en la formación universitaria” [19] que recoge aquellas más desarrolladas en algunas de las universidades más importantes del mundo. A continuación, de la revisión de los programas de todas las asignaturas de la Universidad Europea de Madrid extrajimos las competencias que los profesores vienen desarrollando en sus clases. Por último, nos fijamos en las propuestas en el nuevo grado de Informática [2]. Finalmente, las cruzamos con las competencias consensuadas en el proyecto Delphi de la Universidad Europea de Madrid: “Detección de competencias demandadas en los recién licenciados en el ámbito profesional” [7].

Desde la comparativa y análisis detallado de todas las competencias recopiladas se detectaron las duplicidades y se reagruparon aquellas de la misma índole resultando finalmente un listado de dieciocho competencias a desarrollar algunas de las cuales tienen un carácter global ya que abarcan varios aspectos. Estas competencias están contempladas en el Real Decreto [11] y cubren la práctica totalidad de las competencias generales o transversales que especifica el mismo, aunque en dicho Real Decreto se expongan de una forma más extensa y explicativa. Mencionar además que en

dicho documento y otros asociados a otras titulaciones técnicas aparecen otras competencias con carácter más específico o de carácter tecnológico que no se tienen en cuenta en el presente estudio.

La denominación de esas dieciocho competencias pasa a detallarse a continuación:

- “Capacidad de análisis y síntesis”: Figura con la misma denominación en el proyecto Tuning [17], en el libro blanco de informática [9], en la encuesta realizada a empresas, profesores y titulados que figura en el mismo [8] y en el grado en Informática de la UEM [2]; y en cuya denominación hemos integrado además al “pensamiento analítico” que figura en el informe REFLEX [12]

- “Planificación y gestión del tiempo”, que figura desglosada en planificación por un lado, y gestión del tiempo por otro, pero que debido a la necesidad de una competencia para desarrollar la otra, decidimos que el unificarlas en una sola facilitaría la labor al profesorado a la hora de desarrollarlas. Así en el “Tuning” [17] aparece como “Capacidad de organización y planificación (Planificación y gestión del tiempo)”, al igual que en el libro blanco de informática [8,9], mientras que en el informe REFLEX [12] sólo aparecía la “Capacidad para usar el tiempo de forma efectiva” y en [19] “Gestión del tiempo”. Por otro lado, la “capacidad de organización” que viene en muchas de estas fuentes se desarrolla en las anteriores de forma intrínseca.

- “Comunicación oral. Comunicación escrita Al plantearnos estas competencias transversales dudábamos entre habilidades comunicativas y esta otra denominación que al fin adoptamos considerando que las habilidades comunicativas eran algo a desarrollar en un nivel competencial más avanzado de estas mismas. Igualmente englobamos en ellas a la comunicación oral y escrita en la lengua nativa y en otras lenguas, teniendo en cuenta que cada una de ellas corresponden a distintos niveles de desarrollo competencial. Así esta denominación abarca lo que figura en el informe “Tuning” [17] como comunicación oral y escrita en la propia lengua por un lado y capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas (con personas no expertas en la materia) por otro. Asimismo en el Real Decreto de Grado [11] viene descrito como ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones y, en el informe Reflex [12], como capacidad para presentar en público productos, ideas o informes; Capacidad para redactar informes o documentos; y capacidad para hacerte entender.

- “Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC)” es lo que figura en el Tuning [17] como “habilidades básicas del manejo del ordenador”; en el REFLEX [12] como “Capacidad para utilizar herramientas informáticas”; y en el libro Blanco de Informática como “Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio”

- “Gestión de la Información (búsqueda, selección e integración)” integra las siguientes acepciones: “Habilidades de gestión de la información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas)” [17], “Reunir e interpretar datos relevantes” [11] “Gestión de la Información (tratamiento y manejo)” “Capacidad de gestión de la

información (captación y análisis de la información)”

- “Resolución de problemas” que aparece mencionado de la misma manera en todas las fuentes consultadas.

- “Toma de decisiones” que también aparece mencionado de la misma manera en todas las fuentes consultadas.

- “Razonamiento crítico” que aparece con ese nombre en el Libro Blanco de la titulación de Informática [8, 9] y como “Capacidad crítica y autocrítica” en [17] e incluye del RD de Grado [11] las siguientes: “Elaboración y defensa de argumentos / Emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética”. En el informe REFLEX [12] apuntan “Predisposición para cuestionar ideas propias o ajenas” y en el grado de Informática de la UEM se proponen como “Pensamiento crítico”

- “Trabajo en equipo”: Bajo esta denominación hemos incluido algunas que podrían ponerse de forma independiente si uno considerase sólo el nivel inicial de desarrollo de esta competencia, pero que se hacen indispensables para desarrollar el trabajo en equipo si se piensa en un nivel competencial avanzado como puede ser el “Liderazgo” [9, 17], “Capacidad para hacer valer tu autoridad/ para movilizar las capacidades de otros” [12] y la “Capacidad para dirigir equipos y organizaciones” así como “Capacidades directivas” [8]. Igualmente si se considera un desarrollo intermedio de esta competencia transversal, no sólo hay que tener en cuenta la capacidad de trabajar en equipo, que aparece siempre, si no más específicamente la “capacidad de trabajar en un equipo interdisciplinar” [2, 8, 9, 17].

- “Habilidades en las relaciones interpersonales” que figura en la bibliografía como “Habilidades interpersonales” [17], “Comprensión interpersonal” [7], “Interacción social (capacidad para las relaciones humanas, relación interpersonal, capacidad de relación etc.)” [19], y “Habilidades en las relaciones interpersonales” [8, 9, 10].

- “Conciencia de los valores éticos” [7] que en ocasiones aparece como “compromiso ético” [11, 17], “Sentido ético (ética y compromiso ético)” [19] y “ética y valores” [2].

- “Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica” [11, 17]

- “Aprendizaje autónomo” [2, 9] que se puede entender como “Capacidad de aprender. Habilidad para trabajar de forma autónoma” [17], “Alto grado de autonomía” [11], “Capacidad para adquirir con rapidez nuevos conocimientos” [2] y “Aprender a aprender” [19].

- “Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones” [17], que se puede entender como “Flexibilidad” [2,7] y “Adaptación a nuevas situaciones” [9].

- “Innovación y Creatividad” [7, 8], mientras que en el libro blanco de informática [9] sólo figura como “Creatividad” y en el REFLEX [12] como “capacidad de encontrar nuevas ideas y soluciones”.

- “Iniciativa y espíritu emprendedor”, figura de un modo u otro en casi todas ellas [2, 7, 9, 12, 17]

- “Responsabilidad” que viene mencionada casi siempre de soslayo pero que figura en los informes realizados por empresas

- “Autoconfianza” que figura en [2, 7, 19] de la misma

forma o como “Confianza en uno mismo”.

III. FICHA DE COMPETENCIA

Para la comprensión de cada competencia, una vez realizado el estudio de las competencias anteriormente citado y teniendo en cuenta que éstas están íntimamente relacionadas con los objetivos de la titulación se procedió a la búsqueda de una herramienta que facilitara al profesorado la comprensión de la misma y el cómo evaluarla en sus clases.

Se tomó como punto de partida los cuadros descriptivos realizados por B. Learreta et al. [10], y se adaptaron y modificaron creando unas fichas de competencias para cada una de las decididas con el fin de facilitar la tarea de los docentes en el nuevo EEES y buscando un medio que unificara la información disponible y pusiera la evaluación de las competencias al servicio del profesorado. La primera versión de esta “ficha de competencia” fue presentada en la edición del 2008 de este congreso [4]. Desde la experiencia adquirida en la implantación de la misma, se ha mejorado proporcionando tanto al alumno como al profesor la información de la competencia en cuestión de una forma más integrada y sencilla de manejar. Su estructura es la siguiente:

Las primeras filas muestran la denominación que se ha adoptado como consensuada seguida de todas aquellas denominaciones que el equipo investigador ha decidido englobar en la misma (“Otras denominaciones alternativas”).

Las siguientes casillas engloban lo necesario para entender la competencia, esto es la definición y la descripción. La descripción de la competencia se realiza de forma que tanto profesor como alumno sepan qué capacidades tienen que desarrollar a lo largo del curso. Por tanto la descripción habrá de englobar ítems concretos enumerados a modo de lista y que sirvan de base para la evaluación de la competencia (contenidos a evaluar).

A continuación se consideró importante especificar en la ficha qué competencias se necesitan para desarrollar la misma y cuáles se desarrollan a partir de ésta, de forma que tanto el docente como el discente conozcan la transversalidad de las mismas. Esto facilitará la labor del profesorado que quizás tendrá asignadas unas competencias de las que la formación inicial ya ha sido impartida.

El siguiente punto ayuda al profesor a saber desarrollar la competencia en cuestión detallando posibles actividades formativas para esa competencia genérica. En todas las fichas la primera actividad propuesta consistirá en una sesión informativa sobre la propia competencia, sobre su significado, sobre qué actividades se podrían hacer para desarrollarla y sobre qué aspectos van a ser evaluados. Lo que se pretende en definitiva es poner al alumno en el contexto de lo que es una actividad competencial.

Los dos últimos apartados de cada ficha contienen una información esencial para la evaluación específica de la adquisición de cada competencia en los estudiantes, dando así el mensaje de la importancia de las competencias en los títulos tanto a los estudiantes como a los profesores. Se proporcionan unos indicadores que pueden servir para conocer el nivel

desarrollado de la competencia y que deberán ser adaptados para cada asignatura según sus características concretas. Dichos indicadores establecerán qué es lo que se va a evaluar de cada competencia. A la vez, se proponen una serie de procedimientos que responderán a la cuestión ¿cómo lo vamos a evaluar?. Por último, se incluyen una serie de instrumentos de evaluación que ayudarán a calificar de forma fiable y objetiva el nivel competencial adquirido.

IV. FICHA DE ACTIVIDAD

Una vez establecida en cada “ficha de competencia” un listado de posibles actividades para desarrollar la misma, se decidió establecer un formato común para describir cada una de esas actividades de modo que fuesen reproducibles en otras asignaturas y por otros profesores.

La “ficha de actividad”, basada inicialmente en la idea del Repositorio de Competencias Genéricas de la Universidad de les Illes Balears (<http://rcg.uib.es/>), pretende ser un instrumento que permita al profesor formalizar las experiencias que realiza en el aula, de modo que puedan ser exportables a otros grupos de personas, intentando destacar los aspectos específicos relacionados con el desarrollo de competencias transversales.

Los elementos principales de la ficha de actividad son los siguientes:

1. Descripción de la actividad
 - Denominación de la actividad.
 - Cursos-asignaturas-materias-etc. en las que es adecuado / importante / aplicable
 - Objetivo y descripción (debe realizarse una descripción detallada de en qué consiste y de la forma en la que ha de llevarse a cabo la actividad de modo que pueda ser fácilmente reproducible).
 - Competencia principal y otras competencias desarrolladas (Se trata de poner de relieve las competencias genéricas o transversales que se desarrollarán en el alumno al realizar esta actividad, en lugar de las específicas)
2. Estimación temporal
 - Tiempo de trabajo del profesor. Hay que tener en cuenta tanto el tiempo de preparación previo, como el tiempo de realización presencial de la actividad, y el de corrección y evaluación. Además puede ser necesario señalar si el tiempo de preparación de la primera realización de esta actividad en una asignatura puede amortizarse el resto de las veces que se utilice (es decir, si la actividad puede re-utilizarse sin grandes cambios para la misma asignatura en diferentes cursos académicos o grupos de alumnos).
 - Tiempo de trabajo para el alumno, tanto dentro como fuera de la clase
3. Material necesario: (relación del material que es necesario conseguir o generar para poder hacer la actividad).
 - Documentación para el alumno
 - Documentación para el profesor
 - Otros requisitos para la realización de la actividad (materiales / tecnológicos / tipo de aula / número de alumnos

etc.)

4. Evaluación (de nuevo, pensando sobre todo en la evaluación de las competencias genéricas más que en las específicas)

- Procedimientos de evaluación
- Instrumentos de evaluación

5. Comentarios adicionales (este apartado permitirá al profesor clarificar cualquier cuestión que considere importante para los puntos anteriores)

Descripción de la actividad	
Denominación de la actividad:	Ensayo del examen
Cursos-asignaturas-materias-etc. en las que es adecuado / importante / aplicable	TODAS. Especialmente adecuado para asignaturas en las que el examen incluya la resolución de algún tipo de ejercicio de mediana envergadura
Objetivo y descripción	Esta actividad se realizará durante la última sesión presencial anterior a la realización de una prueba objetiva (examen). 1. Se divide la clase en grupos y se le asigna a cada uno un ejercicio distinto. 2. Cada grupo soluciona el ejercicio asignado teniendo presente que todos los componentes del grupo tienen que entender el proceso y estar de acuerdo con el resultado obtenido. 3. Los grupos de alumnos intercambian sus soluciones. Cada grupo corrige (utilizando un bolígrafo de otro color) la solución proporcionada por el otro grupo, asignándole una nota según la guía que el profesor o la profesora le proporcione. 4. Cada alumno de manera individual realiza la autoevaluación de la actividad y la evaluación de sus compañeros de grupo.
Competencia principal:	Trabajo en equipo
Otras competencias desarrolladas	Comunicación oral. Comunicación escrita. Razonamiento crítico. Resolución de problemas
Estimación temporal	
Tiempo de trabajo del profesor	Preparación previa (sólo una vez): El tiempo necesario para crear los enunciados y las guías de evaluación de cada uno de los ejercicios, y la asignación de pesos en el procedimiento de evaluación. Todas las veces: el tiempo de clase + 1 minuto (aprox.) por alumno para calcular la nota de la actividad según el procedimiento descrito.
Tiempo de trabajo para el alumno dentro de clase	Una sesión (el tiempo necesario dependerá de la complejidad de los problemas propuestos)
Tiempo de trabajo para el alumno fuera de clase	10 minutos (para hacer la autoevaluación y evaluación de sus compañeros de grupo)
Material necesario	
Documentación para el alumno	Enunciados de ejercicios (varios para que los alumnos puedan ver distintos enunciados y corregir un ejercicio que no han hecho ellos) Guías de evaluación de los ejercicios (que dependiendo del tipo de enunciado podrán ser comunes a todos ellos) Plantillas para la autoevaluación de la actividad y la evaluación de los compañeros
Documentación para el profesor	Listado de alumnos
Otros requisitos para la realización de la actividad (materiales / tecnológicos / tipo de aula / num alumnos etc.)	El número de alumnos deberá ser suficiente para crear varios grupos (al menos dos grupos de 3 personas).
Evaluación	
Procedimiento de evaluación	1. Cada grupo de estudiante evaluará la solución aportado por otros grupos según las guías proporcionadas 2. Cada alumno se autoevaluará 3. Cada alumno evaluará al resto de los componentes de su grupo. 4. El profesor asignará un peso a cada una de estas evaluaciones
Instrumentos de evaluación	• Guía para la evaluación de cada ejercicio • Plantilla para la autoevaluación de la actividad • Plantilla para la co-evaluación de los componentes del grupo
Comentarios adicionales	Si se pudiese automatizar la recogida de evaluaciones (de ejercicios, autoevaluación y co-evaluación) se minimizaría aún más el tiempo necesario para el profesor.

Fig. 1. Ficha de actividad: "Ensayo de Examen"

Como ejemplo de “ficha de actividad” mostramos en figura 1 la correspondiente a una actividad denominada “ensayo del examen”, donde la competencia transversal desarrollada principalmente es el trabajo en equipo (que será la que se evalúe), pero donde como podemos ver se desarrollan además otras competencias.

V. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Cualquier profesor es consciente de la importancia de evaluar las actividades que se realizan en una asignatura. Si bien puede establecerse un largo debate sobre si todas ellas deben tener una nota y un reflejo directo en la calificación final, lo que sí es importante es que el estudiante tenga información sobre su propio proceso de aprendizaje, es decir, si está consiguiendo alcanzar los objetivos que se le proponían. Desde este punto de vista, una buena estrategia consiste en contar con una serie de instrumentos que nos ayuden en la labor de evaluar (y quizá también calificar).

Para el caso particular de las competencias generales, nuestro grupo de investigación está creando una serie de plantillas y rúbricas que permitan evaluar el desarrollo competencial del alumno. Se puede definir una rúbrica como una herramienta de evaluación que establece unos niveles para medir la calidad para cada uno de los diferentes criterios con los que se puede desarrollar un objetivo, una competencia, un contenido o cualquier otro tipo de tarea que se lleve a cabo en el proceso de aprendizaje [5]. Se diseña para conseguir que el estudiante pueda ser evaluado en forma objetiva y, sobre todo, para que le sirva de guía durante su proceso de aprendizaje.

Basados en indicadores como los que aparecen en [18] y en herramientas para la generación de rúbricas y en algunas de las ya existentes [16, 13, 14, 18, 15] se han desarrollado nuevas matrices para la valoración de las competencias generales. También se han creado plantillas como las que aparecen en [4].

De este modo, cuando creamos la plantilla para evaluar el desarrollo competencial asociado a una actividad concreta, podremos combinar los ítems que sean más adecuados para la misma de entre los que aparezcan en las rúbricas de las competencias que esa actividad desarrolla. En la figura 2 puede verse un ejemplo de plantilla combinada para una actividad en la que se desarrollan (y evalúan) trabajo en equipo y responsabilidad.

En el ejemplo que se muestra, para obtener un resultado de evaluación utilizando esta plantilla el alumno debe asignarle a cada uno de sus compañeros un valor numérico del 0 al 3 a cada ítem (0- nunca, 1-a veces, 2-casi siempre, 3-siempre). De esta forma, se pueden totalizar los resultados de evaluación de competencias según una fórmula matemática dada en [4]:

$$resultado = 10 \times \left(\frac{\sum p_i}{(n \times 3)} \right) \quad (1)$$

donde p_i es la puntuación obtenida en cada elemento (con valores desde 0 a 3), y n es el número de elementos que se evalúa. Se obtiene así una calificación de 0 a 10 sobre el desarrollo de competencias en esa actividad.

Trabajo en equipo	
Evita trabajar separada ó competitivamente	
Valora por igual la opinión de todos los componentes del grupo.	
Integra a los que no participan.	
Mantiene informados a los componentes del grupo, comparte toda la información relevante	
Evita actitudes dominantes. Actúa con tolerancia.	
Responsabilidad	
Se implica y compromete en el cumplimiento de sus tareas.	
Es organizado y cuidadoso con la buena ejecución del trabajo.	
Asume siempre las consecuencias de lo que se hace, sean buenas o malas.	
Total	#DIV/0!

Fig 2: Plantilla que combina la evaluación de dos competencias

Como podemos observar, en el caso de querer usar esta plantilla para la autoevaluación, bastará con redactar en primera persona cada uno de los ítems de la misma. Por tanto plantillas y rúbricas pueden adaptarse para utilizarse tanto en procedimientos de autoevaluación como de evaluación entre iguales o evaluación por parte del profesor.

VI. APLICACIÓN Y OPINIÓN DEL ALUMNADO

The word Durante este curso 2008-2009 los profesores participantes en el proyecto han ido elaborando tanto las fichas de competencias como las fichas de actividades que se iban a desarrollar en sus asignaturas. Además, han creado las rúbricas o plantillas de evaluación adecuadas.

Se están utilizando estos recursos en diversas asignaturas de diferentes escuelas y facultades tanto en nuevas titulaciones de grado (como el Grado en Ingeniería Informática). Se les ha preguntado previamente a los alumnos su opinión acerca de la utilización de autoevaluación y evaluación entre iguales como estrategias para lograr una evaluación formativa.

El cuestionario constaba de 6 preguntas a las que los alumnos debían contestar sobre una escala 1-5 (1: muy en desacuerdo; 5: muy de acuerdo). Puede accederse al cuestionario en la siguiente dirección:

<http://spreadsheets.google.com/viewform?key=pIod1muc1pTWYOp3DkW1dZw&hl=en>

El análisis de las respuestas obtenidas nos muestra que siempre la respuesta positiva, (de acuerdo o muy de acuerdo) es superior a la negativa o neutra, y sólo en caso de la segunda de las preguntas (utilidad de que los estudiantes rellenen los cuestionarios de evaluación de competencias de sus compañeros) es mayor el porcentaje de respuestas neutras. Realizar esta encuesta previa nos permitió concienciar a los alumnos de la utilidad de la autoevaluación y coevaluación de competencias, y de lo oportuno que resulta incluir los resultados de estas evaluaciones en la calificación de la asignatura.

VII. CONCLUSIÓN

Una vez estudiados los recursos existentes para la evaluación de competencias genéricas resulta evidente que este es un terreno en el que queda mucho trabajo por hacer.

Por un lado, es importante consensuar un listado de competencias a desarrollar en cada titulación, de acuerdo con el perfil profesional. Además la utilización de múltiples

denominaciones para las mismas competencias puede provocar confusión tanto en el alumnado como en el profesorado, por lo que es necesario realizar un listado con las denominaciones que se utilizarán en la titulación.

Al establecerse como herramientas de trabajo los recursos que se han presentado en este artículo (listado unificado de competencias, ficha de competencia, ficha de actividad, plantillas o rúbricas de evaluación) se facilitará la comunicación e interacción entre el profesorado, ayudándole en su adaptación al EEES.

Es importante observar el impacto en el alumnado de la realización de estas actividades y plantillas, por lo que se tendrán que analizar los resultados de evaluación obtenidos en los grupos en los que se están implantando. También se deberá recabar su opinión de cara a mejorar la calidad de la enseñanza, modificando si es necesario las actividades que se realicen y sus indicadores o guías de evaluación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro de los proyectos “Diseño de modelos de evaluación y desarrollo de las competencias genéricas en los estudiantes de grado” OTRI-Universidad Europea de Madrid 2008 (nº de referencia 2008/UEM23) y “Integración de las competencias genéricas y su evaluación en los estudiantes en los nuevos títulos de grado” EA2008-0227. Queremos agradecer su participación a todos los profesores y becarios integrantes de estos proyectos.

REFERENCES

- [1] ACCENTURE y UNIVERSIA. “Competencias profesionales en los titulados. Contraste y diálogo Universidad-Empresa”, 2007
- [2] BOE: Resolución de 18 de diciembre de 2008, de la Universidad Europea de Madrid, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Informática. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO Núm. 6 Miércoles 7 de enero de 2009 Sec. III. Pág. 1758-1759.
- [3] CHEERS [Accesible en http://www.unikassel.de/wz1/TSEREGS/publi_e.htm]
- [4] García García, M.J., Fernández Sanz, L., Terrón López, M.J., Blanco Archilla, J. “Métodos de evaluación para las competencias generales más demandadas en el mercado laboral”, JENUI 2008
- [5] Goodrich Andrade, Heidi. "Understanding Rubrics." [Accesible en <http://www.middleweb.com/rubricsHG.html>].
- [6] Hoffman, T., Preparing generation Z, ComputerWorld, 25 de agosto, 2003.
- [7] Informe Delphi – UEM: Evaluación de competencias en el alumnado UE-CEES. Instituto de Pedagogía y Psicología, 2001.
- [8] Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática: anexo 8 (Explotación preliminar y documento de trabajo: Los estudios de Ingeniería y la Convergencia Europea. Análisis previo realizado por el Dr. Ramon Novell i Torrent, con la colaboración de Susana Ubach y Jordi Sola. Marzo 2004. [Accesible en http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf]

- [9] Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería Informática: capítulo 9. COMPETENCIAS Y PERFILES PROFESIONALES DEL TÍTULO ACADÉMICO DE GRADO [Accesible en http://www.aneca.es/activin/docs/libroblanco_jun05_informatica.pdf]
- [10] Rcampus, [Accesible en <http://www.rcampus.com/help/about/rubrics.cfm?>]
- [11] Real Decreto 1393/2007 del 29 de octubre de 2007 por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales
- [12] REFLEX. Informe ejecutivo: El profesional flexible en la Sociedad del Conocimiento. ANECA (Unidad de Estudios). CEGES V. 2.0 - 28/06/2007. [Accesible en http://www.aneca.es/estudios/docs/InformeejecutivoANECA_jornadasREFLEXV20.pdf]
- [13] Rubistar, [Accesible en <http://rubistar.4teachers.org/index.php>]
- [14] Schrock, K., "Kathy Schrock's Guide for Educators", [Accesible en <http://school.discoveryeducation.com/schrockguide/assess.html#rubrics>]
- [15] Stout University of Wisconsin, [Accesible: <http://www.uwstout.edu/soe/profdev/rubrics.shtml#rubricstips>]
- [16] Teachnology, [Accesible en http://www.teachnology.com/web_tools/rubrics/gen/]
- [17] Tuning educational Structures in Europe (Proyecto Tuning) financiado por la Comisión Europea en el marco del programa Socrates, [Accesible en <http://www.relint.deusto.es/TUNINGProject>]
- [18] Villa A. y Poblete M. (2007). "Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas". Ediciones Mensajero
- [19] Villa, A y Bezanvilla, MªJ. (2002), "El desarrollo de las competencias en la formación universitaria". Bilbao: Universidad de Deusto



software development.

María José García is a teacher of the Polytechnic School of the Universidad Europea de Madrid since 1998. She coordinates the teachers training program at UEM since February 2010. She received a MSc degree in Computational Mathematics by Universidad Complutense de Madrid in 1994. She had participated in a number of research projects focused on university education and employability. María José is completing her PhD thesis about computing professional profiles in



María José Terrón is a teacher of the Polytechnic School of the Universidad Europea of Madrid. She received her MSc degree in physics from the Universidad Complutense de Madrid and her PhD from the Universidad Politécnica de Madrid on the photovoltaic solar energy program. She has participated in a number of research projects focused on university education.



Yolanda Blanco obtained her PhD from the “Universidad Politécnica de Madrid” on Signal Processing on 2001. She was working as a teacher in the “Universidad Pontificia de Salamanca”, also she worked for “Agere Systems” as Senior Engineer. Since 2002 she is a teacher of the “Universidad Europea de Madrid”. She is responsible of telecommunication degrees and is also working at some EHEA projects

Capítulo 21

Web Social: Complemento Informal às Aprendizagens Formais?

Margarida Lucas e António Moreira

Title—Social Web: Informal Complement to Formal Learning?

Abstract—Informal learning is a vital element in the education of individuals and it has been promoted in institutional contexts as a means to enrich formal learning outcomes. But how can informal interactions be incorporated into formal contexts without becoming formal? Can the social Web and its applications be explored to harness informal learning?

This work describes a case study on the use of social Web tools in a post-graduate course. Findings show that its use to distribute a learning environment fosters informal interactions and that such interactions are perceived to have a significant impact over the formal learning outcomes.

Keywords—Case study, distributed cognition, connectivism, informal learning, social web.

Abstract—A aprendizagem informal é vital na educação dos indivíduos e tem vindo a ser explorada em contextos institucionais como forma de complementar aprendizagens formais. Mas como podemos incorporar a riqueza das interações de cariz informal em contextos formais de aprendizagem, sem que percam a informalidade que as caracteriza? Pode a Web social ser explorada para suporte de aprendizagens informais?

Este trabalho descreve um estudo de caso sobre a utilização de ferramentas da Web social numa disciplina de pós-graduação, cujos resultados apontam para que o recurso a tais ferramentas promova a ocorrência de interações informais que enriquecem as aprendizagens formais.

Keywords— Aprendizagem informal, cognição distribuída, conectivismo, estudo de caso, web social.

Este trabalho foi apresentado originalmente na VI Conferência Internacional de TIC na Educação - Challenges 2009, em Braga, nos dias 14 e 15 de Maio de 2009.

Margarida Lucas é aluna de doutoramento na área da Tecnologia Educativa e membro do Laboratório de Conteúdos Digitais da Universidade de Aveiro, Portugal (telefone: +351 234 372 425; e-mail: mluucas@ua.pt).

António Moreira é Professor Associado no Departamento de Educação e membro do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) da Universidade de Aveiro, Portugal (telefone: +351 234 372 567; e-mail: moreira@ua.pt).

I. INTRODUÇÃO

A pesar de existir desde que a Humanidade se começou a organizar e comunicar, a aprendizagem informal assume crescente relevância no âmbito da sociedade do conhecimento e da aprendizagem ao longo da vida. A consciência da importância de uma aprendizagem personalizada no contexto do mundo actual tem levado decisores políticos e educativos a explorar formas de rentabilizar as potencialidades e benefícios das aprendizagens informais.

Os relatórios e linhas orientadoras recentes propostas pela UNESCO, OCDE, Comissão Europeia e pelo modelo de Bolonha [1][2][3][4][5], recomendam a integração das Tecnologias da Comunicação (TC) como forma de tornar a educação mais flexível, abrangente, eficiente e capaz de corresponder às expectativas exigidas pelos indivíduos e pela sociedade de hoje. O paradigma da educação aberta e a distância é cada vez mais encarado como uma parte indispensável dos sistemas educativos como meio de assegurar a aquisição e desenvolvimento de competências ao longo da vida.

Nos últimos anos, o contexto da web social, sobretudo das ferramentas de comunicação que disponibiliza, tem-se constituído como uma alternativa válida para o suporte e exploração de variados métodos pedagógicos e diferentes tipos de aprendizagem. Numa abordagem informal, a Web social é entendida como uma plataforma de aprendizagem que pode servir de base à exploração da riqueza das aprendizagens informais, uma vez que se assume como um espaço de aprendizagem personalizada, onde cada pessoa pode aprender de acordo com as suas necessidades e ritmo. Nesta plataforma, os indivíduos são produtores e consumidores, gestores e construtores de conteúdo, partilham novos significados, (re)constróem conhecimento e definem novas formas de trabalho e de aprendizagem.

O suporte e distribuição de ambientes de aprendizagem com recurso às ferramentas da web social fomentam e promovem a criação de grupos de interesse, comunidades de prática ou redes de aprendizagem, nas quais a aprendizagem pode surgir

inesperadamente como um resultado das ligações e interações dos seus membros [6][7][8][9][10]. Neste contexto, as aprendizagens informais ganham relevo como um produto que resulta da produção social de conhecimento através de uma aprendizagem distribuída e conectada, sustentada numa prática colectiva. Esta prática prende-se com os conceitos da distribuição cognitiva – aprendizagens que decorrem da interacção social, cultural e tecnológica – e do conectivismo – aprendizagens que decorrem das ligações privilegiadas que estabelecemos nas interacções online.

Foi com esta perspectiva de aprendizagem em mente que a disciplina de Multimédia e Arquitecturas Cognitivas (MAC) do Mestrado em Multimédia em Educação (MMEdu) da Universidade de Aveiro foi desenhada e implementada. Fazemos uma breve alusão às bases teóricas que serviram de enquadramento à disciplina, seguida de uma caracterização do contexto de estudo. Apresentamos depois os resultados preliminares obtidos em relação à caracterização da disciplina, nomeadamente no que diz respeito à distribuição do seu ambiente de aprendizagem, e às percepções dos alunos sobre a utilização de ferramentas da web social como recursos que favorecem e incrementam as aprendizagens informais.

II. APRENDIZAGEM INFORMAL E WEB SOCIAL

Ainda que continue a não haver total concordância em relação à definição e distinção entre o que é aprendizagem formal e informal, a aprendizagem informal é hoje entendida como um elemento vital na aprendizagem de todos os indivíduos. Este tipo de aprendizagem caracteriza-se, tipicamente, por ser “undertaken on our own, either individually or collectively, without either externally imposed criteria or the presence of an institutionally authorized instructor” [11]. Assim, ao passo que a aprendizagem formal se caracteriza por ser “typically institutionally sponsored, classroom-based, and highly structured”, a aprendizagem informal “is not typically classroom based or highly structured, and control of learning rests primarily in the hands of the learner” [12].

As distinções entre estes dois tipos de aprendizagem tornam-se ainda mais dúbias quando se fala de um outro tipo de aprendizagem que, ao longo dos últimos tempos, se tem vindo a categorizar como aprendizagem não-formal. Ainda que este tipo de aprendizagem seja defendido por vários autores e esteja definido, por exemplo, pela Comissão Europeia, tomamos apenas a aprendizagem formal vs. informal para o propósito do presente artigo, por considerarmos que, efectivamente, as aprendizagens decorrentes do ambiente tecnológico utilizado se prendem sobretudo com a definição que fazemos de aprendizagem informal.

Caracterizamo-la como sendo um processo contínuo e vitalício, ao longo do qual os indivíduos adquirem competências, atitudes e conhecimentos que resultam das suas experiências e actividades diárias e dos múltiplos contextos vivenciados e não de currículos prescritos. A

característica mais marcante desta aprendizagem é que, para além de escapar à rigidez da estruturação institucionalizada e aos modelos tradicionais de instrução, o controlo e a gestão da mesma está nas mãos do indivíduo e não nas mãos de um professor, tutor ou formador [11][12][13][14][15].

No entanto, o facto de não se caracterizar por uma estrutura pré-concebida ou delineada, não quer dizer que a aprendizagem informal não seja estruturada. Downes [16] defende que a aprendizagem informal tem estrutura, mas uma estrutura diferente da formal, uma estrutura que não é “dictatorial, (...) organized or managed by an organizer, and (...) rule-based”, mas sim aberta, descentralizada, distribuída, dinâmica, democrática e, acima de tudo, conectada - características que só podem ser encontradas em “networks, as opposed to hierarchies”.

A web social, web 2.0 ou segunda geração da world wide web passou a ser uma rede que se caracteriza por uma filosofia de colaboração, de interacção social e, acima de tudo, de participação. A filosofia subjacente à Web que, a pouco e pouco, se tem vindo a registar, transporta-nos para uma rede social, na qual se torna possível podermos estabelecer ligações com o que queremos ver, ouvir e saber. Esta possibilidade não seria real sem uma tecnologia que a suportasse. As ferramentas que a Web social disponibiliza, como wikis, blogs, redes sociais, sites de partilha de vídeo e/ou fotos, etc., têm todas duas características em comum: o controlo pessoal e a interacção que proporciona.

Se entendermos a construção de conhecimento como um processo de interacção entre o(s) indivíduo(s) e os contextos sociais e culturais, não será ilógico afirmar que aprender é um processo de “coming to know”, num processo de constante partilha, ajuste e negociação. Desta forma, a interacção torna-se um instrumento de aprendizagem, especialmente no âmbito da aprendizagem informal. Também o poder de escolher, quer as ferramentas para comunicar, quer os indivíduos ou conteúdos com os quais queremos interagir, opõem-se aos princípios normalmente existentes nos modelos hierárquicos.

Estas características são coerentes com o conectivismo de Siemens, que abraça o paradigma informal da aprendizagem, e surge como uma “new theory for learning based on network structures, complex changing environments, and distributed cognition” [17]. Parte dos fundamentos do conectivismo podem ser encontrados nas noções da cognição distribuída que, contrapondo a ideia de que a cognição é “possessed and resid[es] in the heads of individuals” [18], defende que as interacções sociais e com os ambientes e artefactos que nos rodeiam não são apenas “sources of stimulation and guidance but are actually vehicles of thought (...). It is not just the “person-solo” who learns, but the “person-plus”, the whole system of interrelated factors” [19].

Assim, quando falamos de uma aprendizagem estruturada em rede, falamos de cognições que se distribuem pelas entidades que constituem essa(s) rede(s), sejam indivíduos, artefactos, ferramentas ou contextos. Siemens [17] define rede como um conjunto de ligações entre diferentes entidades (nós) que se relacionam e interagem de forma livre e não

sequencial, mas de forma organizada como um todo integrado. O poder da rede reside na sua capacidade de se expandir, crescer, reagir e adaptar. Uma rede cresce em diversidade e valor através do processo de ligação com outros nós – pessoa(s), conteúdo(s) ou outra(s) rede(s).

O modelo de rede é um modelo dinâmico, distribuído e descentralizado, sem que haja uma entidade central a controlá-lo. Cada um controla a sua rede de ligações e aprendemos à medida que a construímos, organizamos, expandimos e reconhecemos padrões que nos permitem interpretar o conhecimento que vamos encontrando. Entendendo o conhecimento como algo que não é estático, que flui pela(s) rede(s), Downes [20] e Siemens [21] defendem que o indivíduo aprende através de ligações. Neste sentido, as redes são comparadas a ecossistemas que se caracterizam pela diversidade, autonomia, abertura e interacção. Ainda Siemens [21] defende que a aprendizagem não ocorre apenas internamente mas também externamente: “outside of ourselves, [it] is focused on connecting specialized information sets, and the connections that enable us to learn more are more important than our current state of knowing.” De facto, não é o que sabemos que mais importa, mas quem conhecemos e com quem estabelecemos ligações.

É no âmbito deste enquadramento conceptual que surge o estudo que passamos a descrever.

III. CONTEXTO DO ESTUDO E METODOLOGIA

A disciplina de Multimédia e Arquitecturas Cognitivas (MAC), edição 2007/08 faz parte do curso de Mestrado em Multimédia em Educação (MMEdu) oferecido pela Universidade de Aveiro em regime de b-learning. Nesta disciplina, pretendia-se que os alunos: i) aprofundassem conhecimentos sobre os processos, sistemas e arquitecturas cognitivas; ii) reflectissem sobre as teorias de aprendizagem e de construção do conhecimento; iii) explorassem o potencial de utilização de aplicações multimédia no incremento das actividades de interacção, na vertente da construção distribuída, formal ou informal, de conhecimento; iv) idealizassem um plano de desenvolvimento de interacção (PDI) – com recurso a uma ou mais ferramentas da Web social – com vista a incrementar práticas de interacção nas suas actividades lectivas; v) implementassem a actividade planificada em contexto de sala de aula; vi) reflectissem acerca dos resultados decorrentes da implementação da actividade.

Paralelamente aos objectivos da disciplina, pretendeu-se também promover o desenvolvimento de competências, nomeadamente no que diz respeito a: i) exploração e utilização reflectida de ferramentas da Web social em contexto educativo; ii) promoção de práticas de interacção na planificação de actividades curriculares e extra-curriculares; iii) rentabilização de aprendizagens informais que decorrem da utilização de tais ferramentas e/ou actividades; iv) desenvolvimento de trabalho colaborativo e v) pesquisa, gestão e organização de informação.

MAC teve a duração de quatro semanas e contou com duas sessões presenciais: uma no início da disciplina e outra no fim. Para além dos 56 alunos, dos quais 93% eram professores, estiveram envolvidos na disciplina dois professores e uma monitora.

Com o objectivo de diversificar conteúdos e métodos e com o intuito de promover a experimentação, a inovação e a partilha de boas práticas entre profissionais de educação, os professores responsáveis pela disciplina adoptaram uma pedagogia na qual se assumiram como gestores e orientadores do ambiente de aprendizagem. O ambiente criado distribuiu-se por vários média, como blogs, o Slideshare, o Wikispaces e o Ma.gnolia, e ainda, pontualmente, a plataforma institucional da Universidade – o Blackboard. Na Tabela I apresentamos uma síntese das ferramentas utilizadas/seleccionadas pelos professores no contexto de MAC e os seus propósitos.

TABELA I
FERRAMENTAS SELECIONADAS PARA MAC

Ferramentas	Propósitos de utilização
Blog_disciplina	- disponibilização do material utilizado na primeira sessão presencial; - disponibilização de artigos/leituras/ <i>teasers</i> ; - interacção alunos-professores-conteúdos - partilha de reflexões/informações/dúvidas - disponibilização da escala de dinamização do blog “bestofpdi”.
Blog	- abordagem de questões relacionadas com trabalhos práticos a desenvolver, preocupações relativas às tecnologias e ao processo de ensino/aprendizagem.
Group_Blogs	- interacção intra/inter-grupos e professores; - disponibilização de vídeos, artigos, links para desenvolvimento do Plano de Desenvolvimento da Interacção (PDI) e da disciplina.
Slideshare	- partilha do material utilizado na primeira sessão presencial.
Ma.gnolia	- partilha de documentos úteis à comunidade.
Wiki	- disponibilização dos relatórios finais.
Blackboard	- disponibilização do guião, avaliação e bibliografia geral da disciplina; - levantamento das ferramentas tecnológicas a serem utilizadas no decurso e desenvolvimento dos trabalhos práticos pedidos; - resolução de problemas administrativos relacionados com a disciplina.

A escolha das ferramentas utilizadas para implementar a disciplina de MAC foi classificada por 52% dos alunos como boa, e por 43% como muito boa. Apenas 5% dos alunos a classificaram como razoável.

Para além das ferramentas acima mencionadas, sabemos, a partir do levantamento efectuado na primeira semana da disciplina, que foram utilizadas mais ferramentas pelos alunos no decorrer da mesma. A seguinte tabela (Tabela II) apresenta o levantamento efectuado sobre as ferramentas utilizadas pelos alunos no âmbito de MAC bem como as finalidades que os próprios lhes atribuíram.

Antes da disciplina começar foi lançado no blog da disciplina (www.mundomac.blogs.ca.ua.pt) o primeiro desafio de reflexão acerca de um documento disponibilizado na

plataforma institucional da universidade, o Blackboard. Esta plataforma foi utilizada para a disponibilização de bibliografia geral e dos guiões da disciplina, e como ponto encaminhador para a “plataforma” alternativa que viria a servir de suporte para a disciplina de MAC, o blog já referido. Após este momento, o Blackboard passou a ser utilizado apenas para tratar aspectos administrativos relacionados com a disciplina.

TABELA II
FERRAMENTAS UTILIZADAS PELOS ALUNOS E FINALIDADES ATRIBUÍDAS

Ferramentas	Finalidade
Email	- troca de ficheiros/informações/bibliografia entre elementos do grupo - comunicação síncrona
MSN, GoogleTalk, Skype	- partilha/troca de ficheiros/ideias - resolução prática e rápida de problemas relacionados com o trabalho a desenvolver - convívio - ajuda aos alunos participantes no PDI (plano de desenvolvimento de interação) - divulgação dos trabalhos/resultados do trabalho efectuado em grupo
Blog	- plataforma de desenvolvimento e divulgação por parte dos alunos com quem realizaram o PDI
GoogleDocs, Buzzword, Wikispaces, GoogleGroups	- partilha, planificação e edição conjunta de documentos - escrita colaborativa por parte de alunos participantes no PDI - implementação e alojamento da actividade prática do PDI
L(C)MS	- esclarecimento de dúvidas com os docentes da disciplina responsáveis pela implementação do PDI - publicação de trabalhos realizados no decorrer do PDI
Youtube	- pesquisa de vídeos adequados às temáticas tratadas - utilização de vídeos como “teasers”/motivação introdutória nos blogs utilizados no decorrer do PDI
Second Life	- encontros virtuais para espaço um debate sobre o PDI
Fórum_PhP	- partilha de ideias/conhecimentos sobre jogos de estratégia
Audition, Podomatic	- criação de podcasts
Ma.gnolia, Fa.voritos, Del.icio.us	- partilha de favoritos e de bookmarks
Netvibes, iGoogle	- homepage personalizada e agregador de feeds
Hotpotatoes	- construção de exercícios
ZohoCreator	- criação de documentos de auto e hetero-avaliação
Slideshare	- partilha de apresentações
Mindmap	- realização de mapa de conceitos

Durante a primeira sessão presencial foram abordados os princípios dos sistemas e arquitecturas cognitivas, nomeadamente os princípios da cognição distribuída, e foram abordadas as temáticas que estavam a ser discutidas no blog

da disciplina. Ainda nesta sessão foram criados os grupos de trabalho e apresentadas a calendarização e respectivas tarefas a realizar no decorrer das quatro semanas da disciplina.

Após a sessão presencial, e para além da participação activa nas discussões lançadas no blog da disciplina, os alunos, distribuídos em 10 grupos, começaram a desenvolver os seus projectos, trabalhando colaborativamente, partilhando propostas e ideias a fim de planear a actividade lectiva (curricular ou não) que integrasse a utilização de ferramentas da Web social e fomentasse a interacção entre os seus alunos (primeira e segunda semanas).

Durante a terceira semana, numa base rotativa e diária, cada um dos grupos constituídos para a disciplina foi responsável pela dinamização do blog <http://bestofpdi.blogs.ca.ua.pt>, no qual puderam abordar questões concretas relacionadas com os seus trabalhos e/ou preocupações gerais relativas às tecnologias e ao processo de ensino/aprendizagem. Também durante esta semana foi dado início à implementação das actividades planificadas, das quais fazemos uma breve alusão.

Os resultados das actividades que foram desenvolvidas e implementadas no decorrer da terceira e quarta semanas de MAC (e que na maioria se prolongou para além do tempo da disciplina) mostram que estas foram recebidas de forma entusiasta pelos professores que as desenvolveram e pelos alunos que as realizaram. As actividades incluíram, por exemplo: i) a criação de uma estação de rádio online para apoiar o ensino de um tópico da disciplina de História; ii) a utilização de jogos online para promover a resolução de problemas e o desenvolvimento de competências ao nível do pensamento crítico; iii) um jornal online para dar corpo a um concurso de ditados populares com o objectivo de desenvolver competências orais e linguísticas em alunos do 1º ciclo; iv) a utilização do Second Life para a realização de um debate relacionado com a disciplina de Biologia, etc. Todas as actividades contaram com a participação e a interacção de diferentes alunos e diferentes professores de diferentes escolas. Os resultados são, de facto, animadores e serão objecto de um artigo futuro.

Foi adoptado o estudo de caso para permitir uma clara compreensão da natureza do processo e da prática em que os alunos se empenharam e para proporcionar uma análise cuidada das experiências dos alunos. Foram utilizados vários métodos de pesquisa que incluíram métodos quantitativos e qualitativos, mas este artigo apenas menciona parte dos resultados relacionados com o questionário submetido aos alunos. Foram reunidos dados adicionais, referentes às interacções que decorreram ao longo da disciplina, de uma entrevista efectuada aos professores da disciplina e da observação da investigadora. Estes dados não farão parte do presente artigo.

Os dados recolhidos e apresentados neste artigo dizem respeito às percepções dos alunos sobre a disciplina e sobre a importância dada por estes às interacções informais que decorreram da utilização das ferramentas sociais anteriormente referidas e os seus reflexos nas aprendizagens formais.

IV. RESULTADOS

Dos 56 alunos inscritos em MAC, 42 responderam ao questionário. 39 dos respondentes são professores e apenas 1 não se encontrava a desempenhar funções docentes à data do preenchimento do questionário. Quando MAC iniciou, todos os alunos se sentiam confiantes na utilização das várias ferramentas da Web social e à vontade em trabalhar e colaborar uns com os outros.

Para perceber as percepções dos alunos acerca de MAC apresentámos um conjunto de afirmações relacionadas com diferentes aspectos da disciplina, como por exemplo, o design instrucional aplicado, a atmosfera e ambiente criado ou os impactes das actividades desenvolvidas. Neste conjunto de afirmações, os alunos teriam que se posicionar de acordo com uma escala de concordância em que DC significa discordo completamente, D discordo, NCD não concordo nem discordo, C significa concordo e CC concordo completamente. Do conjunto de afirmações seleccionámos as mais pertinentes para o estudo efectuado e apresentamos a percentagem de respostas dos alunos de acordo com a escala. As afirmações estão descritas no próximo parágrafo e apresentadas na tabela que a seguir se apresenta (Tabela III).

Nos resultados obtidos não houve qualquer resposta na categoria “discordo completamente”, mas obtiveram-se algumas respostas na categoria “discordo”, que podemos relacionar com o facto de haver 3 respondentes que não são professores e o facto de grande parte das afirmações estarem relacionadas com as actividades pedagógicas praticadas. No entanto, obviamente que não excluimos a hipótese de haver alunos a discordar das afirmações, independentemente de serem professores ou não.

50% dos alunos concordaram completamente que a disciplina promoveu um ambiente flexível e aberto, em que o debate proporcionou a integração de diversas ideias para formar novas perspectivas e novos conhecimentos. 55% concordou que o ambiente criado apresentava uma estrutura bastante informal e que tal contribuiu para a vontade de participar nas discussões e tarefas propostas. Como resultado, 50% concordou e 24% concordou completamente que haviam desenvolvido a sua capacidade individual de aprender e que contribuíram para a aprendizagem dos outros. Quando afirmámos que o uso de ferramentas sociais em MAC potenciou a formação de um colectivo capaz de distribuir e construir conhecimentos de forma partilhada, 52% dos alunos concordaram completamente e 40% concordaram. Mais de metade dos alunos, 57%, reconheceram que os comentários menos formais feitos por professores e colegas relevaram para a importância dada a outros tipos de aprendizagem, e a mesma percentagem de alunos concordou que o projecto desenvolvido em MAC proporcionou novos olhares sobre o processo de ensino e aprendizagem. Ainda em relação ao projecto desenvolvido, quase 48% dos alunos concordaram completamente que a sua realização serviu para proporcionar novas perspectivas sobre as suas práticas lectivas e pedagógicas. Cerca de 67% concordaram completamente que,

na prática lectiva, é aconselhável enfatizar outros contextos de aprendizagem para além dos meramente formais.

TABELA III
PERCEPÇÕES DOS ALUNOS

	CC	C	NC D	D	DC
A disciplina promoveu um ambiente flexível e aberto, em que o debate proporcionou a integração de diversas ideias para formar novas perspectivas/novos conhecimentos	50%	45,2 %	0%	4,8 %	0%
O ambiente criado assentou uma estrutura informal, o que permitiu um maior à vontade para participar e interagir.	33,3 %	54,8 %	11,9 %	0%	0%
Desenvolvi a minha capacidade individual de aprender e sinto que contribui para a aprendizagem dos outros	23,8 %	50%	26,2 %	0%	0%
O uso de ferramentas sociais em MAC potenciou a formação de um colectivo capaz de distribuir e construir conhecimentos de forma partilhada.	52,4 %	40,5 %	7,1%	0%	0%
Os comentários menos formais feitos por professores e colegas relevaram para a importância dada a outros tipos de aprendizagem	21,4 %	57,1 %	19,4 %	2,4 %	0%
O projecto desenvolvido em MAC proporcionou novos olhares sobre o processo de ensino e aprendizagem	35,7 %	57,1 %	7,1%	0%	0%
A experiência serviu para proporcionar novas perspectivas sobre as minhas práticas lectivas e pedagógicas.	47,6 %	42,9 %	7,1%	2,4 %	0%
Na prática lectiva, é aconselhável enfatizar outros contextos de aprendizagem para além dos meramente formais.	66,7 %	33,3 %	0%	0%	0%

As percepções dos alunos sobre a importância dada às interacções informais que decorreram da utilização das ferramentas sociais e seus reflexos nas aprendizagens formais foi obtida mediante resposta a uma questão aberta e, após a análise de conteúdo efectuada, salientamos os seguintes aspectos.

Apesar de apenas 26 dos 42 alunos terem respondido à questão, os resultados mostram que todos aqueles que responderam reconhecem as interacções informais que se estabeleceram como uma forma de aprender “sem se ter noção imediata disso”. Referem ainda que a dinâmica que se criou em torno destas interacções contraria a dinâmica de obrigação muitas vezes associada ao trabalho e que, por isso, lhes permitiu alcançar “com menos consciência, mas com mais clareza” os objectivos formais de aprendizagem. Os alunos respondentes também partilham da opinião que as ferramentas escolhidas e utilizadas em MAC permitiram que o trabalho fosse desenvolvido de forma colaborativa e distribuída e que destas decorreu a possibilidade da criação de momentos e contextos mais informais no decurso da disciplina. Nas palavras de um dos alunos:

“Considero as interacções informais tão ou mais valiosas do

que aquelas que são consideradas formais, pois têm consequências positivas em aspectos importantíssimos como a motivação e a própria aprendizagem. Em todas as interações informais há aprendizagem constante, quer de “conteúdos” considerados formais, quer de outros igualmente importantes que não acontecem em contextos formais.”

Quase todos os alunos referiram a abertura e flexibilidade do ambiente de aprendizagem criado como um dos principais motivos que os levaram a participar e a querer partilhar as suas experiências, algo que sentem ser algo completamente oposto ao sentimento que, normalmente, é despoletado em sessões presenciais. Um outro aluno, referiu sentir-se “mais à vontade e motivado para partilhar e trocar ideias e conhecimentos, porque [podia] fazê-lo sem ter medo da crítica, ao [seu] próprio ritmo e com tempo para reflectir”. Houve alunos a referirem a importância da utilização das ferramentas da Web social na diluição das hierarquias que normalmente se encontram em ambientes tradicionais de aprendizagem, enquanto factor de distribuição assumida de lideranças.

V. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados (ver Tabela III) sugerem que, quando combinadas com novas práticas pedagógicas e métodos inovadores, as ferramentas sociais suportam a distribuição de ambientes de aprendizagem nos quais a construção e partilha de conhecimento podem surgir de modo informal.

As percepções dos alunos parecem apontar para que as interações e aprendizagens informais que decorreram do uso das ferramentas enumeradas complementaram e enriqueceram as aprendizagens que se desejava alcançar no contexto formal do MMEdu.

Apesar da apetência educacional que a Web social tem suscitado, são ainda muito poucos os estudos efectuados no âmbito da utilização da mesma para a promoção das aprendizagens informais, sobretudo a nível nacional. É, sem dúvida, necessária a reflexão sobre a utilização destes ambientes de aprendizagem e uma avaliação capaz de aferir os resultados que, de facto, resultam desta utilização. Será essa tarefa que nos propomos desenvolver na investigação que nos encontramos a desenvolver no Laboratório de Conteúdos Digitais (Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores) e da qual daremos conta em próxima oportunidade, no âmbito do Programa Doutoral em Didáctica da Universidade de Aveiro.

REFERÊNCIAS

- [1] UNESCO. (2002). Open and Distance Learning - trends, Policy and strategy Considerations. Acedido em 15 de Janeiro, 2009, de unesdoc.unesco.org/images/0012/001284/128463e.pdf
- [2] UNESCO. (2008). ICT Competency Standards for Teachers. Acedido em 15 de Janeiro de 2009 de http://www.oei.es/tic/competencias_tic_docentes_marcos_politicas.pdf.
- [3] Comissão, E. (2007). Delivering lifelong learning for knowledge, creativity and innovation. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social

Committee and the Committee of the Region, Brussels. Acedido em 10 de Fevereiro, 2009.

- [4] Ministério da Ciência, T. e. E. S. (2006). Decreto-Lei n.74/2006 de 24 de Março.
- [5] OCDE. (2008). Education at a Glance 2008: OECD Indicators. Acedido em 18 de Fevereiro, 2009, de www.oecd.org/edu/eag2008.
- [6] Downes, S. (2006). Learning Networks and Connective Knowledge. Acedido em 12 de Fevereiro, 2009, de <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper92/DownesPaper92.pdf>.
- [7] Gan, Y., e Zhu, Z. (2007). A Learning Framework for Knowledge Building and Collective Wisdom Advancement in Virtual Learning Communities. *Educational Technology & Society*, 10(1), 206-226.
- [8] Oblinger, D. a. O., J. (2005). Is It Age For IT: First Steps Toward Understanding the Net Generation. In D. G. a. O. Oblinger, James L. (Ed.), *Educating the Net Generation* (pp. 12-31): Educause.
- [9] Siemens, G. (2005). Connectivism: Learning as Network-Creation. Acedido em 13 de Fevereiro, 2009, de <http://www.elearnspace.org/Articles/networks.htm>.
- [10] Wenger, E. (1998). *Communities of practice*. Cambridge. Cambridge University Press.
- [11] Livingstone, D. (2000). Exploring the Icebergs of Adult Learning. Findings of the First Canadian Survey of Informal Learning Practices. Ontario Institute for Studies in Education, University of Toronto.
- [12] Marsick, V., Watkins, K. (2001). Informal and Incident Learning. In *New Directions for Adult and Continuing Education*, n. 89, 25-34.
- [13] Conner, M. (2006). Informal Learning. Acedido em 10 de Fevereiro, 2009, de <http://agelesslearner.com/intros/informal.html>.
- [14] Downes, S. (2006). The Form of Informal. Acedido em 12 de Fevereiro, 2009, de <http://halfanhour.blogspot.com/2006/12/form-of-informal.html>
- [15] Schugurensky, D. (2000). The forms of informal learning: Towards a conceptualization of the field. Acedido em 10 de Fevereiro, 2009, de <http://www.oise.utoronto.ca/depts/sese/csew/nall/res/19formsofinformal.htm>.
- [16] Downes, S. (2006). The Form of Informal -2. Acedido em 12 de Fevereiro, 2009, de <http://www.downes.ca/post/38637>.
- [17] Siemens, G. (2006). *Knowing Knowledge*. Lulu.com.
- [18] Salomon, G. (1993). Editor's Introduction. In G. Salomon (Ed.), *Distributed Cognitions - Psychological and Educational Considerations* (pp. xi-xxi). New York: Cambridge University Press.
- [19] Perkins, D. N.: (1993). Person-plus: a distributed view of thinking and learning. In: G. Salomon (ed.), *Distributed Cognitions - Psychological and Educational Considerations*, pp. 88-110, Cambridge University Press, New York.
- [20] Downes, S. (2005). E-Learning 2.0. Acedido em 19 de Fevereiro, 2009, de <http://www.downes.ca/post/31741>.
- [21] Siemens, G. (2004). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. Acedido em 13 de Fevereiro, 2009, de <http://www.elearnspace.org/Articles/connectivism.htm>.



Margarida Lucas licenciou-se em Inglês e Alemão na Universidade de Aveiro em 2001 e tem exercido funções de docente desde essa altura. Em 2008 iniciou doutoramento na Universidade de Aveiro, na área da Tecnologia Educativa. Os seus interesses de investigação incluem a utilização de ferramentas da Web social na educação e o seu potencial para o processo de construção partilhada de conhecimento. É membro do Laboratório de Conteúdos Digitais do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro.



António Moreira António Moreira é doutorado em Didáctica das Línguas e é, presentemente, o Director dos Programas de Mestrado e Doutoral em Multimédia em Educação na Universidade de Aveiro. Coordena o Laboratório de Conteúdos Digitais e o Centro de Competência CRIE da Universidade de Aveiro. Supervisiona diversas dissertações, teses e trabalhos de pós-doutoramento em Didáctica e em Tecnologias de Informação e Comunicação em Educação. É também o Director da revista online *Indagatio Didactica* do Centro de Investigação em Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, do qual é membro fundador.

Capítulo 22

Promovendo a Aprendizagem Através das Redes Sociais Apoiada por um Modelo de Combinação Social

Soraia Pacheco de Almeida Silva, Claudia Lage Rebello da Motta e Carlo Emmanoel Tolla de Oliveira

Title—Promoting Learning through Social Networks Supported by a Social System Matching Model.

Abstract—Social networks are now a strong mediational tool for knowledge exchange. In this sense, social networks actively gains space as a continuing learning environment, where knowledge is registered and disseminated. This paper proposes a knowledge dissemination model based in social matching strategies. This model integrates a social inference engine into a computational environment applying heuristics to the peer elicitation process. The engine uses life stream tag annotations made to Internet pages to model best fit indications for peer matching. The heuristics uses social learning theories to sort interacting candidates which form groups with knowledge affinities.

Keywords—learning environment, knowledge dissemination model, Social networks, System matching model.

Resumo—As redes sociais são um forte instrumento de mediação para a troca de conhecimento. Nesse sentido, as redes sociais ganham ativamente espaço como um ambiente de aprendizagem contínua, onde o conhecimento é registrado e divulgado. Este trabalho propõe um modelo de difusão do conhecimento usando estratégias de combinação social. Este modelo integra um engenho de inferência social em um ambiente computacional que aplica heurísticas no processo de elicitação de pares. O engenho usa o fluxo de anotações por tags feitas em páginas de Internet para modelar as indicações de melhor ajuste para a correspondência de pares. A heurística usa teorias de aprendizagem social para classificar os candidatos a contato interativo que formam grupos com afinidades de conhecimento.

Este trabalho foi apresentado originalmente no SBIE 2009
Soraia Silva do PPGI - UFRJ Caixa Postal 68530 - 21945-970 Rio de Janeiro - RJ - Brasil (tel: 55 21 9336-3841; fax: 55 21 2228-9194; email: soraiaapas@gmail.com).

Claudia L.R. Motta do PPGI e NCE - UFRJ Caixa Postal 68530 - 21945-970 Rio de Janeiro - RJ - Brasil (tel: 55 21 2598-3200; fax: 55 21 2270-8554; email: claudiam@nce.ufrj.br).

Carlo E.T. Oliveira do PPGI e NCE - UFRJ Caixa Postal 68530 - 21945-970 Rio de Janeiro - RJ - Brasil (email: cetoli@gmail.com).

Palavra Chave — Ambiente de Aprendizagem Contínua, Modelo de Difusão do Conhecimento, Modelo de Combinação Social, Redes Sociais.

I. INTRODUÇÃO

Quando observarmos o crescimento das redes sociais, principalmente no Brasil, verificamos o aumento da utilização e da colaboração em espaços virtuais, fomentando a criação de mecanismos para aprimorar a interação social e, em particular, construir conhecimento.

Neste contexto, um mecanismo que auxilie na identificação de pares, ou de especialistas em um determinado assunto, para agilizar a aquisição de conhecimento se faz necessário. Utilizamos um sistema de combinação social, cujo objetivo principal é a identificação de perfis similares, com determinados parâmetros pré-estabelecidos, trazendo um conjunto de pessoas recomendadas, que servirá de modelo para o aprendizado do indivíduo, através da observação de como se deu a linha de conhecimento construída por essas pessoas.

O encontro desses pares, aliado a ambientes já existentes, traz a possibilidade de aprender, através da observação de interesses de outros indivíduos, publicados em espaços virtuais. Procuramos mostrar, neste artigo, que as redes sociais são exemplos de espaços que podem fazer uso desse serviço.

As redes sociais, como o *Delicious*, que possuem o serviço de *Social Bookmark*¹, dão ao internauta condições de anotar sites como favoritos, para consultas futuras e ainda possibilitam o compartilhamento dessas anotações com outros usuários. Assim, ao observar o que as pessoas estão postando nesses espaços virtuais, o indivíduo pode aprender sobre

¹ *Social Bookmark* é um serviço oferecido por alguns sites que tem como finalidade guardar e organizar os favoritos das pessoas, para facilitar o acesso aos links e compartilhar com outros usuários que fazem uso deste tipo de serviço. Atualmente, o mais popular site que oferece esse serviço é o *Delicious*. (GOLDER e HUBERMAN, 2006)

aspectos de seu interesse e de outros relacionados. Se dentro desses ambientes, existirem formas de encontrar pessoas com os mesmos interesses, o indivíduo poderia ter um ganho maior em seu aprendizado do que já tem atualmente. Notamos que a Internet possui grande potencial no uso de informações já armazenadas sobre os interesses das pessoas.

Acreditamos que o comportamento do indivíduo para adquirir conhecimento está vinculado às teorias de aprendizagem. Independentemente do meio utilizado, seja ele presencial ou virtual, o que importa é a correlação entre possíveis pares com o indivíduo avaliado. O meio virtual é, contudo, mais vantajoso devido à possibilidade de automatizar o processo no encontro desses pares.

Neste artigo, propomos um modelo de combinação social que identifique os pares, de acordo com as teorias de aprendizagem. Na prática, a aplicação do modelo permite a identificação de interesses similares, contribuindo para o aprendizado do indivíduo, ao viabilizar a sua transformação e a da rede social de que ele participa.

II. MODELO ORACULOUS

A modelagem de redes sociais desloca o foco da informação para o indivíduo e para suas redes de conhecimento, traz o agente da informação para o centro da operação e define o relacionamento social como legítimo e atuante na divulgação do conhecimento. Realizar o intento original da Internet implica modelar o relacionamento social para compreender e aprimorar a forma como o conhecimento se dissemina e como a aquisição do conhecimento se dá na propagação dele, através das redes sociais. O modelo deve representar os centros e canais pelos quais esta propagação ocorre.

Os modelos sociais permitem representar grupos sociais, suas redes de relacionamentos e relações entre grupos. As várias formas de relações desses grupos sociais são mapeadas para formar os modelos informatizados, representações da realidade em ambientes virtuais. Tais representações, já existentes no mundo presencial há muito tempo, são as redes sociais. Essas redes no mundo virtual conquistam um número cada vez maior de pessoas, criam várias maneiras e motivos para formar relacionamentos, dentre eles a aquisição do conhecimento.

Diante disso, os Sistemas de Combinação Social (SCS) filtram os subgrupos de indivíduos relacionados por suas semelhanças em interesses, com intuito de aprimorar a colaboração e interação, bem como facilitar a aquisição do conhecimento através desses subgrupos. O Oraculous é um SCS que usa anotações que um indivíduo faz sobre páginas da Internet para modelar a combinação entre estes indivíduos. Ele modela uma rede de usuários de serviço de anotação de páginas e estabelece uma rede de relacionamentos entre eles, baseados nestas anotações. A partir destas redes, o Oraculous define subgrupos de indivíduos que apresentam similaridades, segundo um conjunto de critérios de combinação.

O modelo Oraculous constitui-se num serviço que pode ser usado por outros sistemas clientes, por exemplo, as redes sociais. É baseado na premissa de que dentro de uma rede social, pessoas interagem colaborativamente. Usuários desejam aprender sobre um determinado tema, e outros podem colaborar com este aprendizado, pois partilham do mesmo interesse. Uma rede social que contém mecanismo de combinação social amplia o seu valor, à medida que organiza as pessoas por seus interesses, proporcionando a formação de rede de pares por interesses, comparada à outra, sem este mecanismo. As pessoas, portanto, podem encontrar outras levando em conta informações explícitas sobre seu domínio de conhecimento, e ainda utilizam seus pares como modelo cognitivo para auxiliar o processo de aprendizagem.

De modo geral, o Oraculous interage com os sistemas clientes recebendo requisições de combinação social, e retornando grupos de indivíduos que combinam segundo os critérios dados que são agregados a um ambiente já existente. Neste contexto, propomos **duas visões do modelo: uma geral e uma detalhada.**

A *visão geral* configura-se como um mecanismo de representação do modelo de combinação social. É composta pelos seguintes componentes e relacionamentos: **sistema cliente, Oraculous** - sistema de combinação social, **requisição e grupo pareado**, descritos em detalhes ao longo deste item. Essa visão apresenta como os componentes relacionam-se entre si. Visualizamos como se dá o fluxo das informações entre o Oraculous e as partes que estão ao seu redor. Cada uma dessas partes fornece e/ou recebe as informações que irão contribuir para o encontro de pessoas com interesses similares e o aprendizado do indivíduo.

A *visão detalhada* é representada pelo detalhamento de um conjunto de heurísticas para encontrar o modelo de processo cognitivo mais adequado aos casos de interesses do indivíduo. Para isso, utilizam-se informações extraídas do ambiente.

A. Visão Geral

Atualmente, diversos aplicativos na Internet são baseados em redes sociais. Estas redes informatizadas ampliam as possibilidades de relacionamento entre pessoas e aceleram a possibilidade de interação entre elas, explicando o grande sucesso desses aplicativos. São modelos informatizados destas redes sociais do mundo real e permitem representar claramente quais são os relacionamentos entre pessoas e registrar permanentemente suas ações e interações. O crescimento e a popularização destas redes mostram que a informatização vem sendo um instrumental importante no relacionamento humano. Esses sistemas informatizados podem ser concebidos para conduzir o comportamento social de modo a obter o melhor do convívio humano.

Nesse contexto, o modelo proposto pode ser dividido em alguns componentes. **Sistema Cliente:** é a aplicação ou usuário interessado em formar relacionamentos baseados na combinação social. As informações relevantes são explicitadas pelo usuário desse sistema. Dessa maneira, um interesse é evidenciado para que o Oraculous indique um conjunto de

pares que servirá de modelo cognitivo para o usuário. **Requisição:** é a solicitação de combinação social que define um tema e/ou uma teoria de aprendizado, opcionalmente, através de um indivíduo para criar uma sub-rede de pessoas. Essa sub-rede é criada de acordo com os critérios de combinação estabelecidos pelo ambiente. **Oraculous:** processa as heurísticas a partir da requisição combinante; em seguida, retorna um grupo pareado, de acordo com o modelo de processo cognitivo, discutido na Seção B. **Grupo Pareado:** é lista de indivíduos pareados segundo a requisição. Apresenta o resultado da heurística executada; assim, a investigação desses resultados por parte do usuário favorece a ampliação do conhecimento sobre o interesse pesquisado, a partir da utilização da observação do processo de aquisição cognitiva de seus pares.

B. Visão Detalhada

Um modelo de combinação social é uma forma de recomendação que sugere como pessoas compartilham certas características. Deve definir os indivíduos e relacionamentos, assim como registrar suas ações para determinar afinidades. Baseado nisso, no modelo Oraculous, os indivíduos representam anotadores de páginas, e seus relacionamentos são as páginas e anotações que eles têm em comum. A filtragem se dá através de restrições que são realizadas ao se contabilizar quais características comuns importam para a formação de grupos pareados. O comportamento que se quer estudar é como as teorias de aprendizagem podem afetar os grupos que serão formados pela filtragem. As teorias de aprendizagem definem como se dá a aquisição do conhecimento, e esta aquisição pode ser modelada através da filtragem dos relacionamentos entre indivíduos.

A visão pormenorizada deste modelo é o detalhamento do mecanismo de combinação social, denominado de **modelo de processo cognitivo**, de acordo com as teorias de aprendizagem existentes.

O modelo proposto utiliza a correlação de *Pearson*² para mensurar o grau de semelhança entre o indivíduo que realiza a pesquisa e as pessoas interessadas em um mesmo assunto nas sete das oito abordagens. Essa avaliação vai ao encontro da teoria de Kelly [4], *Psicologia dos Construtos Pessoais*, que explica em termos de aprendizagem o porquê de encontrar pessoas com interesses similares e de mensurar o grau de semelhança entre o indivíduo e seus pares.

A teoria de Kelly justifica não só o cálculo de grau de semelhança, mas também a similaridade apenas no interesse em questão. O modelo proposto pode ajudar no sistema de construção, que é o meio pelo qual o indivíduo representa seus construtos pessoais. O indivíduo, através da observação de seus pares [1], modifica o seu sistema de construção à medida

que ele constrói interpretações em relação ao interesse em questão, ou a outros interesses similares ao seu - corolário da construção. Isso se dá ao identificar o que é comum e contrastante em seu aprendizado em relação ao de outra pessoa - corolário da comunalidade. Para mensurar o grau de semelhança entre o indivíduo e pessoas com interesses similares é utilizada a equação de *Pearson* demonstrada a seguir:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Equação 1 – Correlação de Pearson

Onde: r = Coeficiente de Pearson; x = USUARIO_ALVO; y = OUTRO_USUARIO.

O conjunto USUARIO_ALVO contém o usuário que será avaliado e o conjunto de seus interesses. Ele pode ser construído de acordo com o escopo desejado, considerando o interesse em questão, os recentes ou todos os interesses do usuário. O conjunto OUTRO_USUARIO contém os usuários a serem comparados com o usuário avaliado. Quanto aos interesses considerados podem ser o em questão ou recentes ou todos.

Existem outras maneiras de calcular a similaridade, como a *distância euclidiana*; contudo, no contexto do presente trabalho, não estamos interessados em explorar os diversos cálculos de similaridade existentes, pois o resultado não terá alterações consideráveis, já que são atribuídas notas iguais a cada item semelhante encontrado. Para uma melhor compreensão, recomenda-se a leitura do livro “Programando a Inteligência Coletiva” [7].

Além da teoria de Kelly, as abordagens que compõem o modelo são baseadas também na aprendizagem vicariante, discutida por [1] - em que a observação do comportamento do outro viabiliza a aquisição do conhecimento - e no conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), elaborado por [11]. A ZDP é a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela capacidade de resolver problemas independentemente, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de um problema com ajuda de alguém, ou através da colaboração de outras pessoas. Para Vygotsky, o aprendizado ideal ocorre quando a pessoa recebe *input* lingüístico de nível imediatamente superior ao seu. Assim, o desenvolvimento potencial deste indivíduo, ainda não completou o processo, pois são conhecimentos fora de seu alcance atual, embora potencialmente atingíveis. Esses conhecimentos podem ser construídos com a ajuda de seus pares, através da combinação social.

O modelo, portanto, contempla várias formas de encontrar pessoas – denominadas abordagens -, ampliando a

² Correlação de Pearson mede a correlação entre duas variáveis aleatórias, através da divisão da covariância dessas duas variáveis, pelo produto de seus desvios padrão. O coeficiente da relação é o resultado deste cálculo. Este valor varia entre 1 e -1. O valor 0(zero) significa dizer que não existe relação linear; o 1(um) indica que existe uma forte correlação linear; e o -1(menos um) indica uma relação linear inversa. Assim, quanto mais próximo de 1 e -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis. (CASSON *apud* [8])

oportunidade de aprendizado. A Equação 2 representa a abstração do modelo.

$$P = \{x_i \in A \text{ e } x_i \in B \mid x_i \in (A \cap B) \forall i \in N\}$$

Equação 2 – Conjunto de Pares

Onde: P = conjunto de pares; x_i = é a pessoa i avaliada para entrar no conjunto P; A = Pessoas que referenciam o artefato utilizado para busca dos pares; B = Pessoas que referenciam os artefatos mais populares, vinculados ao artefato utilizado para busca dos pares.

As variações existentes entre as abordagens descritas a seguir estão relacionadas ao grau de semelhança, confiança e proximidade entre as pessoas encontradas com interesses similares. Essas variações implicam a construção de um conjunto de pares mais abrangentes ou não, de acordo com os casos de interesse.

1) Similaridade sem grau de semelhança: Todas as pessoas encontradas, como resultado dessa abordagem, possuem artefatos vinculados ao mesmo interesse, que de alguma forma, contribuirá com o processo de aprendizagem do indivíduo. Na prática, não utiliza nenhum cálculo de similaridade, pois faz parte do caso de interesse, em que o indivíduo quer investigar todas as pessoas com os mesmos interesses, sem mensurar o grau de semelhança com outros indivíduos em um conjunto de interesses. O conjunto de pares, portanto, retornado são todas as pessoas contidas no conjunto P, Equação 2;

2) Similaridade com grau de semelhança, considerando interesses recentes: Esta abordagem está vinculada ao caso de interesse em que o indivíduo quer observar outros assuntos que também lhe interessam, através dos pares semelhantes. Inicialmente, constrói o conjunto de pares com o mesmo interesse do indivíduo em questão; em seguida, avalia cada um dos pares e mensura o grau de semelhança com este indivíduo, como mostra o conjunto solução S da Equação 3;

$$S = \{x_i \mid P \leftrightarrow r_{xi} \geq \alpha\}$$

Equação 3 – Conjunto Solução S

Onde:

x_i = é a pessoa i avaliada para entrar no conjunto P;

P = conjunto de pares, mostrado na Seção 4.2;

r_{xi} = coeficiente de *Pearson* calculado para a pessoa x_i ;

α = coeficiente estabelecido.

3) Similaridade com grau de semelhança, considerando todos os interesses: Diferente da abordagem anterior inclui todos os interesses das pessoas a serem comparadas, considerando até, as que não estão estudando recentemente o assunto em questão. O conjunto solução S, Equação 3, é o mesmo do item anterior, a diferença está na construção dos conjuntos X e Y, mostrados na Equação 1. Neste caso, são considerados todos os interesses do indivíduo;

4) Persona com interesses recentes: Ao afirmar que o indivíduo possui várias visões de si mesmo - *persona*. Os interesses do indivíduo são separados por setores de sua vida, por exemplo, interesses relacionados ao seu trabalho são

diferentes dos interesses relacionados na sua vida pessoal. A idéia é separar o indivíduo em *personas*, através dos seus interesses explícitos no ambiente, encontrar e avaliar a similaridade delas com a do outro. Essa é a grande diferença do conjunto P, Equação 2. Sendo assim, os conjuntos A e B são formados por *personas*, e não mais por pessoas, o coeficiente de *Pearson* calculado será da *persona* e o conjunto solução S é o mesmo da abordagem 2, Equação 3, em que serão avaliados apenas os interesses recentes das pessoas para efeito de cálculo do coeficiente;

5) Persona com todos os interesses: Da mesma maneira que a abordagem anterior utiliza o conceito de *persona*, cuja única diferença é o conjunto de interesses avaliados. Neste caso, todos os interesses são considerados;

6) Alta confiança: Nessa abordagem, o universo pesquisado é a rede de amigos. O grau de similaridade poderá, contudo, restringir ainda mais o resultado, por isso, ficará sob responsabilidade do indivíduo estabelecer o fator de semelhança desejado;

7) Reputação de confiança: Ao indicar um artefato, a pessoa está reputando aquele artefato como confiável. A partir do universo de pessoas, que reputam artefatos a outras, será realizado a busca por pares em determinado interesse. Normalmente, esse grupo é constituído por pessoas conhecidas ou próximas, mas que não necessariamente fazem parte da rede de amigos, que por reputarem artefatos confiáveis, conseqüentemente, tornam-se confiáveis. Esta é a diferença desta abordagem, em relação à anterior - na construção do conjunto solução S, Equação 3, mais precisamente, na formação dos conjuntos A e B, importantes para o conjunto P, Equação 2, usados em S, são considerados as pessoas que reputam artefatos a outras, ao invés do universo “todo o ambiente” ou “rede de amigos”;

8) Similaridade com grau de semelhança, considerando o interesse em questão: Esta abordagem calcula o grau de semelhança com outras pessoas apenas em relação ao interesse explicitado pelo indivíduo. Para efetuar este cálculo é utilizada a equação de *Pearson*, apresentado na Equação 1. O conjunto solução S é o mesmo da Abordagem 2, Equação 3. A diferença está na construção dos conjuntos X e Y, importantes para o cálculo do coeficiente de *Pearson*, Equação 1. Neste caso, tais conjuntos são construídos considerando apenas o interesse em questão.

Esta embasada no conceito de ZDP de Vygotsky [11], em que o indivíduo quer avaliar a semelhança com seus pares considerando apenas o interesse em questão, mas não em relação a um conjunto de interesses, como proposto nas abordagens anteriores. Os corolários de Kelly propõem a similaridade considerando esta abrangência, mas em se tratando de uma tarefa o *corolário da sociabilidade* é mais adequado para justificar esta abordagem, pois se refere à troca de experiências com outras pessoas similares em relação a uma tarefa, em que, no contexto deste trabalho, esta troca é realizada através da observação.

III.RESULTADOS

As hipóteses que orientam este trabalho são o fio condutor para a avaliação do modelo de combinação social, descrito na Seção 2: Hipótese 1 - H1: a combinação social proporciona a formação de uma rede de pares por interesse; Hipótese 2 - H2: a combinação social aprimora a aquisição do conhecimento, através da observação de como as pessoas aprenderam e; Hipótese 3 - H3: as razões para o ganho cognitivo com combinação social está relacionado ao modelo de processo cognitivo.

Para avaliarmos as hipóteses utilizamos as seguintes métricas: para a H1 contabilizamos o número de amigos armazenados nos sites Oraculous, solução implementada, e Delicious. Essas informações foram coletadas após a execução da investigação sobre assunto “microblogging”, proposto aos participantes e para a H2 aplicamos um teste inicial e outro após a execução da tarefa, sobre o assunto proposto; e a H3 aplicamos o questionário. No final de todo o processo, fizemos uma entrevista semi-estruturada para esclarecer alguns aspectos identificados durante todo o processo de avaliação das hipóteses.

A amostra dessa pesquisa foi representada por um conjunto de pessoas convidadas, das que concordaram em participar, tivemos o cuidado em organizá-las em dois grupos (experimental e controle) de maneira a respeitar algumas variáveis relevantes à pesquisa: pessoas que conhecem o autor deste trabalho; pessoas que possuem familiaridade com o site Delicious e; pessoas que conhecem o presente trabalho. Das 160 (cento e sessenta) pessoas convidadas, apenas 27 (vinte e sete) aceitaram colaborar com a realização da pesquisa. Tal número foi pouco representativo para que os resultados sejam generalizados no presente trabalho. Essa quantidade de pessoas para as hipóteses H1 e H2 foi suficiente para verificarmos sua validade.

O delineamento utilizado foi um quase-experimento simples, comparando o grupo experimental com o grupo controle. Segundo a notação descrita por [2], significa que a amostra considerada foi dividida em grupos: experimental e controle. Tanto o grupo experimental quanto o grupo controle realizaram um pré-teste sobre o assunto sugerido (*microblogging*), em seguida, informamos a descrição da tarefa aos participantes. De forma, que foi dado um tratamento diferenciado aos participantes, representados por X1 e X2, em que o grupo controle utilizou apenas o site Delicious e, o grupo experimental utilizou o Delicious e Oraculous para investigar sobre o tema proposto. Ao final do processo, os dois grupos realizaram um pós-teste, com as mesmas questões do pré-teste.

A. Análise dos Dados

A Tabela I mostra a identificação adotada para o grupo controle e experimental nas análises apresentadas nos próximos itens.

TABELA I
IDENTIFICAÇÃO NAS ANÁLISES DO GRUPO CONTROLE E EXPERIMENTAL

Grupo	Id.	Sites usados durante a tarefa
Controle	1	Delicious
Experimental	2	Delicious e Oraculous

Vale ressaltar que não haviam diferenças relacionadas às tarefas enviadas aos respondentes até a realização do pré-teste, os dois grupos receberam as mesmas instruções. Após a realização do pré-teste, os participantes receberam informações diferentes para execução da tarefa, em que o assunto proposto era o mesmo (*microblogging*), diferenciando apenas na sugestão dos sites que seriam usados para investigar o assunto proposto. Dessa maneira, o grupo controle investigou o tema usando o Delicious e o grupo experimental investigou o mesmo tema usando o Oraculous e Delicious. Em nossa amostra, as pessoas que não participaram de algumas das etapas foram retiradas da análise, assim não atribuímos valores para casos perdidos.

B. Hipótese – H1

Na hipótese H1, é incontestável afirmar pelos resultados apresentados no Fig 1 que uma ferramenta de combinação social pode aumentar a rede de social do indivíduo na Internet, como pode ser observado pela quantidade de pares armazenados com o uso do Oraculous, em relação ao Delicious. Tal constatação aponta para a viabilidade dessa hipótese - H1 - “aumento da rede de amigos potencializada com a combinação social”.

Analisamos os *links* (Qtd_Urls) e pessoas(Qtd_Pares) adicionadas no Delicious quanto no Oraculous. Observamos um índice expressivo de pessoas que não adicionaram *links* no grupo 2(experimental), em contrapartida, o grupo 1(controle) não adicionou pares ou pessoas, embora esta prática tenha sido incentivada para os dois grupos.

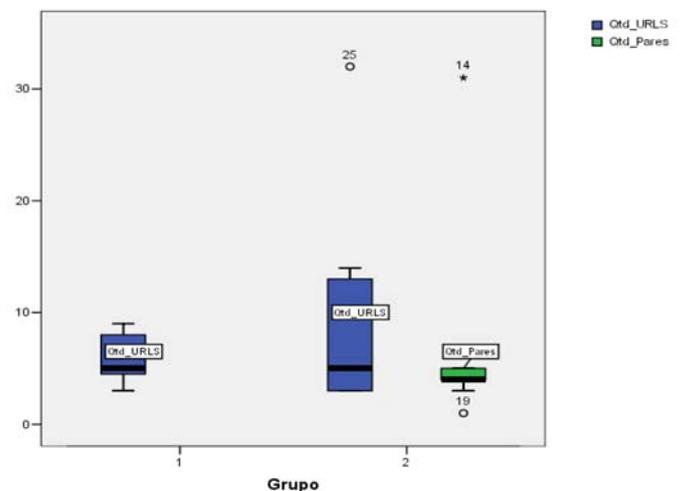


Fig. 1. box plot para análise da tarefa

Notamos que apenas o grupo experimental armazenou pares. Essa constatação nos dá indícios que a solução implementada deixa mais evidente esta prática. Esta atitude mostra a viabilidade da hipótese H1, sem a necessidade da análise confirmatória, já que este fato torna inviável a comparação entre os grupos.

Verificamos o *p-value* do Teste T, constatamos que o *p-value* = 0,334 > $\alpha = 0,05$, demonstrando que a diferença entre as médias não é significativa. Tal fato indica que a hipótese nula não deve ser rejeitada, assim tanto o grupo experimental quanto o controle obtiveram um bom desempenho ao armazenar *links* sobre o tema proposto.

A comparação das médias entre o grupo experimental e controle através do Teste T não foi possível fazer, pois o grupo controle não adicionou nenhuma pessoa à rede social do Delicious.

C. Hipótese – H2

Nesta etapa, percebemos que no *pré-teste* houve um índice expressivo nos dois grupos que não se posicionaram na questões: “16”, “19”³, “24”⁴, “27N” e “30N”⁵. Destacamos questão “19” com 66% de respondente no grupo 1 (controle) 80% no 2 (experimental), que registraram não ter opinião sobre esta questão, como mostra a Fig 2.

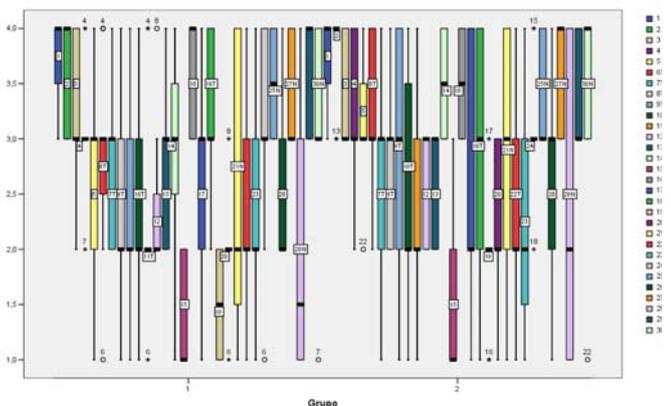


Fig 2 box plot para análise do pré-teste

Observamos a existência de dispersão nas respostas, mas, no geral, notamos, pela mediana, que os dois grupos são homogêneos. Essa constatação nos mostra que o objetivo desejado ao construir esses grupos foi alcançado. Tal fato será confirmado com a análise confirmatória, através do *Teste T*.

Em termos proporcionais: 58,3% do grupo controle responderam pelo menos uma questão discordando da maioria, enquanto, no grupo experimental foram 40,0%. O que nos leva a crer em uma variabilidade alta dos elementos

³ QPre_19 => É difícil encontrar resenhas sobre microblogging em sites de análise técnica.

⁴ QPre_24 => O modelo de comunicação promovido pelo microblogging é ideal para uso corporativo.

⁵ QPre_30 Negativo => Não é possível organizar conversações em um site de microblogging.

da população, que pode ser encontrada mais no grupo controle do que no experimental.

Constatamos no *pós-teste*, no Fig 3, uma queda na dispersão das respostas para os dois grupos. No grupo controle alguns dos participantes que registraram respostas diferentes da média, continuam apresentando o mesmo problema, verificado no pré-teste, respostas que discordam da maioria dos respondentes, são eles: os participantes 4(quatro), 6(seis) e 8(oito). Já 7(sete) não apresentou *outliers* no pré-teste, mas nesta etapa, mostrou incoerência na questão “30”, em comparação com a questão de validação “5”, o que ocasionou o destaque dele com valor extremo, porém nas demais proposições se mostrou coerente. Além disso, observamos que o grupo experimental continua com a mesma quantidade de *outliers* comparado com o pré-teste.

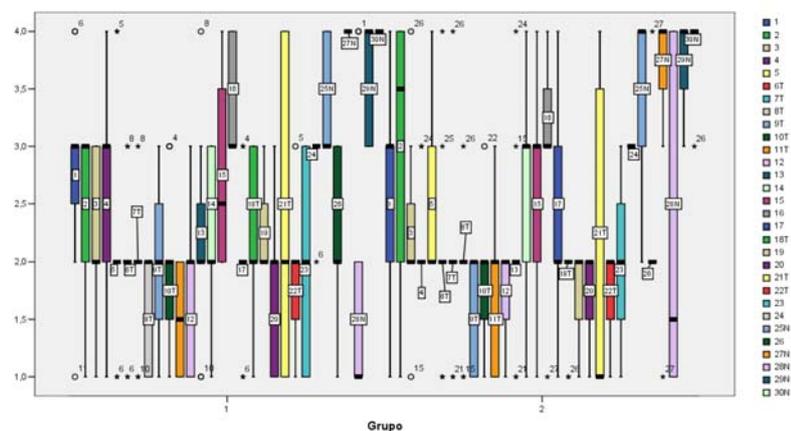


Fig 3 box plot para análise do pós-teste

Notamos que ao comparar a mediana do grupo 1 (controle) com a do grupo 2 (experimental) uma quantidade maior de respondentes que aprenderam sobre o assunto proposto. Além disso, algumas pessoas passaram a ter mais convicção em suas respostas, como pode ser visto com aumento da mediana de algumas questões para a opção 4 (*Concordo Fortemente*). Tal fato, não ocorreu no pré-teste.

Diante desses resultados, fizemos dois tipos de análise: amostras dependentes e independentes. As amostras são dependentes, se considerarmos uma única amostra, assim comparam-se as médias do grupo controle ou experimental, no pré e pós testes; são independentes, se considerarmos dois grupos diferentes. Neste caso, comparam-se as médias do controle com as do experimental no pré-teste, em seguida no pós-teste.

Da mesma maneira que obtivermos os primeiros resultados exploratórios, usamos o software SPSS para as demais análises. Fizemos a análise da amostra independente através da opção “Independent-Samples T-Test” e a análise da amostra dependente através da opção “Paired-Samples T-Test”.

Conforme orientações do manual encontrado na URL: <http://academic.reed.edu/psychology/RDDAwebsite/spssguide/ttests.html> e do próprio manual do SPSS.

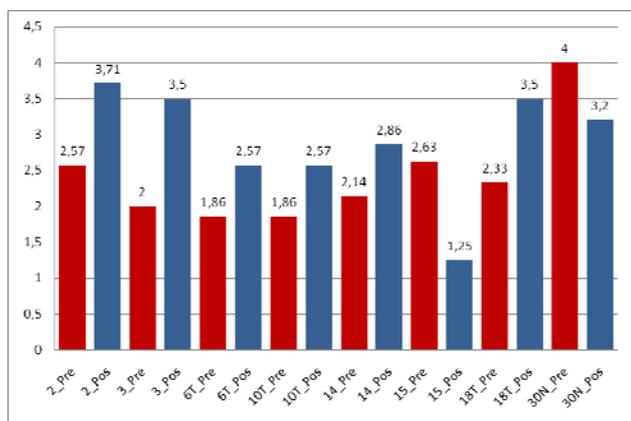


Fig. 4. Média das questões do Grupo 1 com diferenças significativas

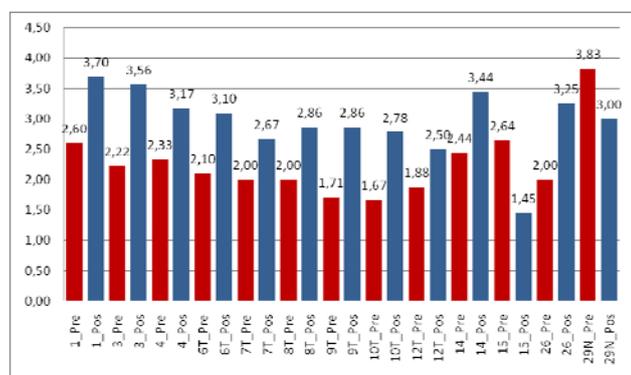


Fig. 5. Média das questões do Grupo 2 com diferenças significativas

Na análise com amostras dependentes, constatamos que o grupo 2(experimental) apresentou um ganho de conhecimento em um número maior de questões do que o grupo controle - enquanto, o grupo 1 (controle) apresentou diferenças significativas na média em 6 questões, que representam 20% do teste, o grupo 2 (experimental) teve um ganho em 13 questões, que representam 43% do teste. Sendo assim, observamos que a essa hipótese - H2 - mostra-se viável. Se considerarmos apenas essa análise podemos afirmar que a combinação social facilita o ganho no aprendizado, como mostram Fig 4 e Fig 5.

Na análise com amostras independentes, observamos que os dois grupos se comportaram de forma equivalente nas etapas do quase-experimento. Essa equivalência pode ser justificada pela combinação social implícita que existe no site Delicious, utilizado tanto pelo grupo controle quanto pelo experimental. Além disso, outros fatores podem ter influenciado como a quantidade de participantes, o período curto para execução da tarefa, o nível de conhecimento dos participantes e outros fatores não identificados. Notamos que o nível de conhecimento inicial avaliado era básico ou nenhum, sobre o assunto proposto, para os dois grupos. Para esse caso a Internet oferece várias oportunidades de aprendizado, poderíamos, então, fazer outra suposição: será que em níveis

de conhecimentos mais específicos, a combinação social apresentaria resultados mais satisfatórios com relação à aquisição do conhecimento? Essa situação pode ser comprovada através das questões “5” e “9T” que apresentaram um ganho significativo no grupo experimental em relação ao controle.

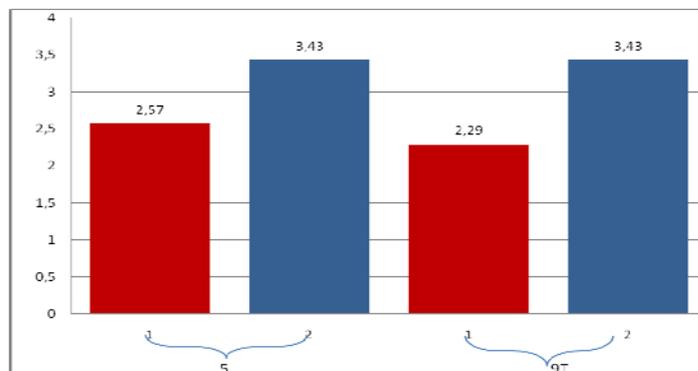


Fig. 6. Médias dos Grupos Experimental e Controle em relação às questões 5 e 9T

Constatamos que o $p\text{-value} > \alpha = 0,05$ para maioria das questões, exceto para as questões “5” com $p\text{-value} = 0,11$ e “9T” com $p\text{-value} = 0,07$. Sendo assim, não podemos rejeitar a hipótese nula, que aponta para igualdade das médias para a maioria das questões, exceto para as questões mencionadas anteriormente (“5” e “9T”). Concluímos que os grupos 1 e 2 (controle e experimental, respectivamente), possuem conhecimentos equivalentes sobre o assunto e, as diferenças encontradas na média não foram significativas para quase todas as questões. Se considerarmos, contudo, as questões “5” e “9T”, podemos afirmar que os grupos não são equivalentes quanto a essa particularidade do assunto, pois o grupo 2 (experimental) mostrou conhecer mais do que o grupo 1 (controle) com relação a essas duas questões, como mostra o

A hipótese H2 sobre a aquisição do conhecimento facilitada pela combinação social não é totalmente inviável. Notamos que para algumas particularidades sobre o assunto, a combinação social pode contribuir muito, tornando a hipótese H2 viável.

Concluímos, portanto, que a hipótese H1 e H2 do presente artigo são viáveis, por existir fortes indícios apresentados nas análises mostradas anteriormente.

D.Hipótese – H3

O questionário foi um instrumento usado para testar a hipótese H3 com relação às abordagens do modelo de processo cognitivo proposto no presente trabalho, que pode ser encontrado no Item II – Visão Detalhada:

- se a confiança dentro da rede de amigos é preferível;
- a opinião dos participantes sobre a observação dos pares para a aquisição do conhecimento;
- se o grau de semelhança com os pares traz um conforto maior aos participantes na aquisição do conhecimento, devido a proximidade desses

indivíduos ou mesmo pela confiança estabelecida entre eles;

O problema encontrado nesta etapa está vinculado a algumas respostas das questões de validação, por apontarem para uma incoerência de alguns respondentes, devido ao posicionamento desfavorável com relação às hipóteses e ao modelo. Sendo assim, ora eles se mostraram favoráveis, ora não. Tal fato pode ter ocorrido ou pela exaustão, devido à grande quantidade de formulários e proposições em um curto espaço de tempo, ou mesmo pela falta de entendimento das questões. Esse problema é constatado através dos valores extremos (*outliers*) visto na representação gráfica (*box plot*) – Fig 7.

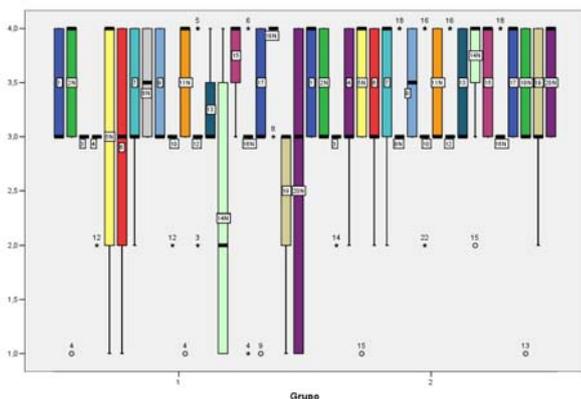


Fig 7. box plot para análise do questionário

No geral, observamos que a maioria das respostas foram favoráveis tanto com relação às hipóteses quanto aos aspectos levantados. As respostas, portanto, indicam que a maioria prefere amigos confiáveis dentro da rede de amigos, concordam com a observação dos pares para adquirir conhecimento e, acreditam que as semelhanças com seus pares ajudam na aquisição do conhecimento.

De modo geral, iremos considerar a análise apresentada nesta seção de caráter exploratório, pois precisa de mais estudos que apontam para um entendimento mais aprofundado das razões pelas quais o indivíduo adquire conhecimento, através da combinação social.

E. Entrevista

Nessa última etapa, verificamos que muitos dos participantes investigados, mesmo do grupo 1 (controle), responderam as questões de acordo com a proposta deste trabalho. Todos acreditam que a observação do comportamento do outro facilita a aquisição do conhecimento. Além disso, alguns adicionariam pares a sua rede de amigos, sem restrições. Se considerarmos os níveis de privilégios com relação a que funcionalidades estes pares teriam, constatamos que todos os entrevistados adicionariam pares a rede de amigos. Isso justifica a hipótese 1 (H1) que diz que a combinação social proporciona o aumento da rede de amigos.

Outro ponto importante a considerar está relacionado a confiança da rede de amigos, devido a abordagem 6 (seis) que trata de alta confiança, em que supomos que dentro da rede de

amigos existem pessoas confiáveis que podem ajudá-lo a adquirir o aprendizado em um determinado assunto. Nessa abordagem o universo pesquisado é a rede de amigos. Assim, percebemos que as respostas da entrevista justificam a existência desta abordagem.

A entrevista apenas confirmou os indícios sobre as hipóteses do nosso trabalho, apontando para a continuidade na investigação do tema. Notamos que alguns participantes ficaram muito empolgados com essa proposta, pois vislumbraram a aquisição do conhecimento em áreas que realmente lhes interessam.

IV. CONCLUSÕES

O sistema de combinação social é uma nova denominação para um assunto antigo, recomendação de pessoas, que é atualmente, explorada por alguns pesquisadores para organizar as pessoas por seus interesses, em que a partir do encontro de pessoas com interesses similares, através de várias motivações seja para aprender, ensinar, construir grupos de especialistas e outros.

O potencial dessa área é um meio de promover o compartilhamento de informações e conhecimentos na Internet. Procurou-se verificar em *sites* sociais as estratégias utilizadas para esse fim. Constatou-se que a solução adotada por esses sites ainda é um assunto pouco explorado. Essa constatação foi a principal motivação para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Propomos, então, um modelo de combinação social a ser implementado em um ambiente computacional, foi desenvolvida uma ferramenta chamada Oraculous. O modelo proposto contribui para melhorar o aumento da rede de amigos e aquisição do conhecimento. Nesse modelo, procurou-se explicitar características voltadas para auxiliar os próprios usuários a agregarem novos pares, de acordo com um determinado interesse, visando incentivar a aquisição do conhecimento através da observação dos outros. Para avaliar a viabilidade da solução proposta, primeiramente foi realizado um quase-experimento com aplicação de um pré e pós testes, além da execução de uma tarefa com um conjunto de pessoas. Em seguida, com este mesmo conjunto de pessoas foi realizado um questionário. Por último, selecionada algumas dessas pessoas com características marcantes para a realização de uma entrevista semi-estruturada. Os resultados obtidos foram importantes para mostrar uma primeira tentativa de validar as hipóteses que orientam essa pesquisa, apresentando indícios de confiabilidade na rede de amigos e aquisição do conhecimento por observação, através da combinação social.

REFERÊNCIAS

- [1] BANDURA, Albert. Social cognitive theory . In: Vasta, R. (Ed.). **Annals of child development**. Greenwich: JAI Press, 1989.v.6. p. 1-60. Six theories of child development.
- [2] CAMPBELL, D. T. ; STANLEY, J. C. **Experimental and quasi-experimental designs for Research**. Boston: Houghton Mifflin, 1963. 84 p. p. 55.

- [3] GOLDER, S. ; HUBERMAN, B. A. **The structure of collaborative tagging systems.** Disponível em: <http://www.hpl.hp.com/research/idl/papers/tags/tags.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2008.
- [4] KELLY, G. A. **A Theory of personality: the psychology of personal constructs.** New York: W.W. Norton & Company, 1963. 189 p.
- [5] MOREIRA, M. A. **Teoria de aprendizagem** – São Paulo: EDU, 1999
- [6] MOTTA, C. L. R. **Um ambiente de recomendação e filtragem cooperativas para apoio a equipes de trabalho.** 1999. 226 p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Sistemas e Computação) – Programa de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ.
- [7] SEGARAN, T. **Programando a inteligência coletiva: desenvolvimento aplicativos inteligentes web 2.0 applications.** Rio de Janeiro: Alta Books, Tradução de: Programming Collective Intelligence – Building Smart Web 2.0 Applications, 2008 – pag 13 e 19.
- [8] SEGARAN, T. **Programming collective intelligence: building smart web 2.0 applications.** Sebastopol: O’Reilly Media, 2007
- [9] SILVA, Soraia Pacheco de A. Silva – **Oraculous: Um Modelo de Sistema de Combinação Social em Redes Sociais.** Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-Graduação em Informática (PPGI), Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, Março, 2009
- [10] TERVEEN, L. G., McDONALD, D. W. Social matching: a framework and research agenda. **ACM Transactions on Computer-Human Interaction**, New York, v. 12, n. 3, p. 401-434, Sep. 2005.
- [11] VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** Rídeno Castigal Mores. 2007. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/2969385/vygotsky-pensamento-e-linguagem>. Acesso em: nov. 2008.



Soraia Silva Possui graduação em Informática pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ - 2005) e mestrado em Informática pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da UFRJ (PPGI UFRJ - 2009). Está, em andamento, com a Pós-Graduação Lato Sensu na Universidade Federal Fluminense (UFF) na modalidade à Distância em Planejamento, Implementação e Gestão da Educação a Distância. Atua como gerente de sistema na Marinha do Brasil e colabora com o projeto ActivUFRJ, que une os seguintes temas de pesquisa: Aprendizagem Colaborativa, Sistema de Recomendação, Reputação e Combinação Social, Redes Sociais e Teorias de Aprendizagens. Tem experiência profissional em UML, linguagem de desenvolvimento para aplicações Desktop e Web, como Delphi, Java e Python. Além de sólidos conhecimentos em PL/SQL, linguagem de desenvolvimento do Oracle.



Claudia L R Motta Coordenadora do Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Especialista na área de Informática na Educação, com mestrado na área de Inteligência Artificial e Doutorado na área de Engenharia de Software, ambos pela COPPE/Sistemas da UFRJ. Professora do Programa de Pós-Graduação em Informática da UFRJ. Conselheira do Conselho de Ensino para Graduados (Conselho Superior) da UFRJ.



Carlo E T Oliveira Possui doutorado em Computação - University Of London (1991). Atualmente é pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de informação e Engenharia de Software atuando principalmente nos seguintes temas: orientação a objetos, uml, sistemas distribuídos, arquitetura de software e sistemas peer-to-peer.

Capítulo 23

Podcasts no Ensino Superior: Um Estudo em Licenciaturas de Gestão

Célio Gonçalo Marques e Ana Amélia Amorim Carvalho

Title—Podcasts in Higher Education: A Study in Undergraduate Management Program

Abstract—The podcast allows easy access to great amount of content in audio and video format. Due to its potential, it has been used in the varied contexts having started to gain relevance in educational domains. This paper describes a research carried out in the first semester of the academic year 2008/2009 in four modules of four undergraduate degrees offered by the Escola Superior de Gestão of the Instituto Politécnico de Tomar. In this research, podcasts were used to give feedback to students about their coursework. Their opinion about these podcasts was also collected.

The results revealed good acceptance of this technology and students considered that the podcasts had good quality. Most students listened to them more than once to capture details and they took some notes. Computers were the most used device to listen to the podcasts. Most of the students were taking notes when listening to the podcasts.

Keywords—Podcasts, Feedback, Learning, Higher Education.

Resumo—O podcast possibilita um acesso fácil e rápido a grandes quantidades de informação em formato de áudio e vídeo. Pelas enormes potencialidades que oferece, este tem vindo a ser utilizado nos mais variados contextos, começando a ter uma importância cada vez maior no domínio educacional. Nesta comunicação descrevemos um estudo realizado no 1.º semestre do ano lectivo 2008/2009, em quatro unidades curriculares de quatro licenciaturas da Escola Superior de Gestão do Instituto Politécnico de Tomar. Neste estudo pretendeu-se criar e disponibilizar podcasts para dar *feedback* a um trabalho prático dos alunos e simultaneamente auscultar a sua opinião acerca destes.

Este artigo foi originalmente apresentado no Encontro sobre Podcasts, 8 e 9 de Julho 2009, na Universidade do Minho, em Braga.

C. G. Marques é professor do Instituto Politécnico de Tomar, Quinta do Contador, Estrada da Serra, 2300-313 Tomar, Portugal (telefone: +351 249328100; fax: +351 249328136; e-mail: celiomarques@ipt.pt).

A. A. A. Carvalho é professora da Universidade do Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal (telefone: +351 253604620; fax: +351 253604224; e-mail: aac@ie.uminho.pt).

Estudo realizado no âmbito da investigação financiada pelo CIEEd.

Os resultados indicam que os alunos aceitaram bem esta tecnologia, considerando os podcasts criados de qualidade. A maioria dos alunos ouviu-os mais que uma vez para poder tomar nota de aspectos que escaparam na 1.ª audição, tirar apontamentos e recapitulá-los. O computador foi o meio mais usado pelos alunos para ouvirem os podcasts. A maioria deles tirava notas enquanto ouvia os podcasts.

Palavras-Chave—Podcasts, Feedback, Aprendizagem, Ensino Superior.

I. INTRODUÇÃO

O termo podcast surgiu em 2004 por Adam Curry e Dave Winer [1]. Este termo deriva da combinação das palavras “ipod” e “broadcasting”, ou seja, do nome do leitor portátil de músicas da Apple e da forma de transmissão de informação de rádio e televisão, podendo ser definido como um ficheiro de áudio ou vídeo facilmente distribuído pela Internet que permite o armazenamento de locução, música, vídeo e fotografias.

Os podcasts podem ser criados através de software de áudio como o Audacity¹ e de vídeo como o Podesk², ou com recurso a ferramentas da Web 2.0 como o Gcast³ ou o Podcast People⁴. Há também a possibilidade de utilizar o telefone como é caso do Gabcast⁵. Depois de criados, os podcasts são disponibilizados em repositórios como o Odeo⁶, o Podomatic⁷ ou o Podcast Directory⁸, ou em ambientes de gestão de aprendizagem. Estes são também associados a um ficheiro de informação (*feed*) que permite a sua actualização automática sem que o utilizador tenha que visitar o repositório. A audição dos podcasts pode ser feita através de um computador ou com recurso a leitores de MP3/MP4, telemóveis, consolas de jogos portáteis, etc.

¹ <http://audacity.sourceforge.net>

² <http://www.podesk.com>

³ <http://www.gcast.com>

⁴ <http://www.podcastpeople.com>

⁵ <http://www.gabcast.com>

⁶ <http://www.odeo.com>

⁷ <http://www.podomatic.com>

Actualmente é possível encontrar podcasts sobre os mais diversos temas e com inúmeros propósitos. Pelas enormes potencialidades que oferecem, desde há algum tempo para cá que também têm vindo a ser integrados no ensino [8]-[12].

Esta integração tem sido feita em diferentes níveis de ensino e áreas de saber, com especial ênfase para o ensino superior, onde a versatilidade e a liberdade criativa desta ferramenta encontram múltiplas formas de exploração [16]. Os podcasts têm sido utilizados para gravar aulas [5], [21], dar *feedback* de trabalhos [21], [22], apresentar resumos de conceitos [22], proporcionar conteúdos suplementares e revisões das aulas [23], fornecer orientações em actividades [24], disponibilizar os sumários das aulas [25] ou até mesmo para gravar avisos e os trabalhos para casa [11].

A grande popularidade dos podcasts deve-se à sua grande facilidade de criação e publicação. Uma vez disponíveis na Web podem ser descarregados a qualquer momento, ouvidos através de múltiplos dispositivos, a qualquer hora, em qualquer lugar, mesmo em movimento [23], [26]. Alguns alunos trabalhadores-estudantes vêem neles uma excelente solução para ouvirem a matéria dada na sua ausência, como revela o estudo levado a cabo por [6].

Apesar de ser muito fácil a criação de podcasts nem sempre isso acontece com a qualidade desejada, por isso, têm surgido várias grelhas de avaliação (Ex. [27]), assim como, listas de recomendações para a produção de podcasts (como a de [28]), resultantes dos diversos estudos que se têm realizado neste domínio.

O podcast pode ser utilizado no ensino a distância (e-Learning), no ensino misto (b-Learning) ou como complemento ao ensino presencial, sendo que a sua utilização nas duas primeiras modalidades pode ser uma forma de criar presença social [22].

Na tabela I apresentamos alguns repositórios de podcasts educativos. Na pesquisa efectuada não encontramos nenhum repositório nacional dedicado exclusivamente à educação.

TABELA I
REPOSITÓRIOS DE PODCASTS EDUCATIVOS

Repositório	Endereço Web
Columbia University	http://ccnmtl.columbia.edu/podcasting
George Town University	http://webcast.georgetown.edu:80/
Pennsylvania State University	http://digitalcommons.psu.edu/podcasting
Podcast for Teachers	http://www.podcastforteachers.org/
Princeton University	http://uc.princeton.edu/main/
Southwest Wisconsin Technical College	http://podcast.swtc.edu:80/lecture/index.php
University of California, Berkeley	http://webcast.berkeley.edu/
York College	http://york.cuny.edu/it/acet/course-podcast

De acordo com [15], diferentes propósitos pedagógicos podem estar subjacentes aos podcasts, entre eles, a promoção da aprendizagem independente, colaborativa e activa e o desenvolvimento de determinadas competências.

O estudo que apresentamos corresponde à experiência levada a cabo com podcasts em diversas unidades curriculares de licenciaturas da Escola Superior de Gestão de Tomar do Instituto Politécnico de Tomar. Os alunos do 1º ano têm como componente da avaliação das unidades curriculares leccionadas pelos docentes da Área de Tecnologias de Informação e Comunicação um trabalho prático onde se avalia a utilização do processador de texto aliada à metodologia de investigação.

Até então o *feedback* dado aos alunos relativamente a este trabalho era textual ou através de exposição oral em horário de atendimento e apenas quando solicitado. Com vista a contribuir para um melhor processo de ensino-aprendizagem decidimos, no presente ano lectivo, recorrer aos podcasts para a realização desta tarefa.

II. OBJECTIVOS DO ESTUDO

O presente estudo teve como objectivo criar e disponibilizar podcasts em unidades curriculares da área de Tecnologias de Informação e Comunicação da Escola Superior de Gestão de Tomar e analisar as reacções dos alunos a estes.

Estes podcasts visaram o fornecimento aos alunos de *feedback* relacionado com os erros cometidos no trabalho prático individual.

Por um lado pretende-se que os alunos consultem e entendam mais facilmente os erros cometidos no trabalho, melhorando, desta forma, o processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, pretende-se que esta nova ferramenta torne mais rápida a enumeração e comunicação dos erros cometidos no trabalho, libertando os professores para outras tarefas.

III. METODOLOGIA

O estudo realizado foi de tipo exploratório. Para a recolha de dados utilizou-se a técnica do inquérito, tendo-se concebido um questionário.

Este estudo decorreu durante o 1º semestre do ano lectivo de 2008/2009. No final do semestre inquiriram-se os alunos através de um questionário *online*.

IV. DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Os trabalhos práticos foram submetidos através da plataforma de e-Learning do Instituto Politécnico de Tomar. O professor corrigiu os trabalhos e para cada trabalho criou um podcast que disponibilizou na plataforma de e-Learning. Através deste podcast, os alunos puderam aperceber-se dos erros cometidos e assim procederem às correcções necessárias. No final do semestre, os alunos foram questionados acerca dos podcasts criados.

A. Caracterização dos Podcasts

Os podcasts foram criados com o software Audacity e disponibilizados nas unidades curriculares de Aplicações Informáticas (Licenciatura em Gestão de Recursos Humanos e Comportamento Organizacional - GRHCO), Informática de Gestão (Licenciatura em Gestão de Empresas - GE) e

⁸ <http://www.podcastdirectory.com>

Informática (Licenciaturas em Gestão e Administração de Serviços de Saúde - GASS e Gestão Turística e Cultural - GTC). Após a gravação da locução, os ficheiros foram gravados no formato MP3. Voltámos a importar os ficheiros para juntar uma música de fundo, uma recomendação de [28]. Ajustámos o tamanho da música ao tamanho do conteúdo gravado e aplicámos o efeito de “fade in” no início e de “fade out” no final para que música inicie e termine de forma gradual (figura 1).

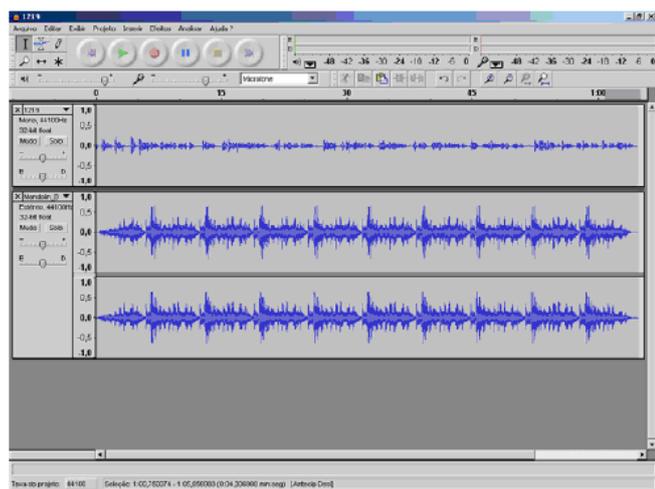


Figura 1. Criação de um Podcast no Audacity

No final voltámos a guardar os projectos com o formato MP3. Foram criados 211 podcasts para as 4 unidades curriculares. A sua distribuição por unidade curricular encontra-se feita na tabela II.

TABELA II
PODCASTS PRODUZIDOS NO ESTUDO

Unidade Curricular	Licenciatura	N.º de podcasts	Duração (min.seg)
Informática	GRHCO	60	1' 25'' – 14' 44''
Informática	GASS	44	1' 45'' – 15' 12''
Informática	GTC	39	1' 08'' – 13' 32''
Informática de Gestão	GE	68	1' 12'' – 17' 08''

Os podcasts foram disponibilizados na plataforma de e-Learning do Instituto Politécnico de Tomar⁹. Primeiro transferimos os ficheiros para a plataforma e depois utilizámos o campo “comentário” da actividade “trabalho” para colocar uma hiperligação para o podcast, já que este campo não permite a inserção de ficheiros.

Os podcasts foram do tipo *feedback* ou comentário, áudio, sendo todos criados pelo professor. A duração oscilou de curtos a longos, segundo a taxonomia proposta por [20], sendo a maioria de duração moderada. Foi utilizado um estilo informal e a finalidade foi transmitir aspectos positivos e aspectos que terão de ser rectificadas.

Começamos por descrever a forma como foram recolhidos os dados e por identificar os instrumentos utilizados. De

seguida é caracterizada a amostra atendendo ao sexo, idade e literacia informática.

B. Recolha de Dados

A recolha de dados foi efectuada através de dois inquéritos por questionário criados e distribuídos através da ferramenta SurveyMonkey¹⁰. O primeiro questionário, que designámos de questionário de identificação, visou caracterizar a amostra atendendo ao sexo, idade e literacia informática.

O segundo questionário, denominado questionário de opinião, visou recolher informações dos alunos relativamente à qualidade dos podcasts, à audição dos podcasts, aos dispositivos utilizados para a audição dos podcasts, às tarefas executadas ao mesmo tempo que eram ouvidos os podcasts e à aceitação dos podcasts.

Os questionários integravam questões de resposta fechada do tipo de escolha múltipla, bem como algumas questões de resposta aberta.

C. Caracterização da Amostra

Convidámos todos os alunos que ouviram os podcasts (211) a participarem neste estudo, mas apenas 58,8% responderam ao desafio. Os 124 alunos que responderam aos inquéritos são alunos do 1.º ano das licenciaturas em Gestão e Administração de Serviços de Saúde Gestão, Gestão de Empresas, Gestão de Recursos Humanos e Comportamento Organizacional e Gestão Turística e Cultural.

No que se refere ao sexo, 58,1% dos sujeitos são do sexo feminino e 41,9% do sexo masculino. No que respeita à idade, constatámos que a moda se situa na faixa etária dos 18 anos. A idade mínima situa-se nos 17 anos, a idade máxima nos 49 anos e a média é aproximadamente de 22 anos. Inquiridos sobre a posse de computador e dispositivos móveis, constatou-se que 91,1% dos alunos têm computador, 71,8% possuem leitores de MP3/MP4 e 50,8% possuem um telemóvel 3G.

A grande parte dos alunos tem acesso à Internet em casa (70,2%), havendo dois alunos que não responderam a esta questão.

Verificámos que para 60,5% dos sujeitos, esta foi a primeira vez que utilizaram podcasts. Dos alunos que já tinham ouvido podcasts, não houve nenhum aluno que já tivesse criado um.

V. RESULTADOS

Apresentamos os resultados do questionário de opinião que agrupámos por qualidade dos podcasts, audição dos podcasts, dispositivos utilizados para a audição dos podcasts, tarefas executadas ao mesmo tempo que são ouvidos os podcasts e aceitação dos podcasts.

A. Qualidade dos Podcasts

Para aferirmos da qualidade dos podcasts optámos pela utilização de uma escala de diferencial semântico com valores de 1 a 7 [29], [30]. Esta escala utiliza dois termos antagónicos e os sujeitos são solicitados a escolher a posição,

⁹ <http://www.e-learning.ipt.pt>

¹⁰ <http://www.surveymonkey.com>

relativamente aos dois termos, que mais se adequa aos podcasts criados. O número 1 indica o valor mais elevado positivo e o número 7 o valor mais elevado negativo.

Os alunos consideraram que os podcasts têm uma boa perceptibilidade auditiva, conforme se pode verificar na tabela III. A média é 1,41.

TABELA III

CLASSIFICAÇÃO DA PERCEPTIBILIDADE AUDITIVA (BOA – MÁ), N=124

Diferencial semântico	Boa ←————→ Má						
	1	2	3	4	5	6	7
Estatística Descritiva							
f	85	27	12	0	0	0	0
%	68,5	21,8	9,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Média	1,41						

Os alunos consideraram o tom de voz amigável, mas a média foi ligeiramente superior à perceptibilidade auditiva (1,84). Houve três alunos que nem o consideram amigável, nem irritante, conforme se pode verificar na tabela IV.

TABELA IV

CLASSIFICAÇÃO DO TOM DE VOZ (AMIGÁVEL – IRRITANTE), N=124

Diferencial semântico	Amigável ←————→ Irritante						
	1	2	3	4	5	6	7
Estatística Descritiva							
f	53	41	27	3	0	0	0
%	42,7	33,1	21,8	2,4	0,0	0,0	0,0
Média	1,84						

Na tabela V verificamos que os alunos são da opinião que os podcasts são claros em termos de informação. A média é de 1,35.

TABELA V

CLASSIFICAÇÃO DA CLAREZA DA INFORMAÇÃO (BOA – MÁ), N=124

Diferencial semântico	Boa ←————→ Má						
	1	2	3	4	5	6	7
Estatística Descritiva							
f	88	29	7	0	0	0	0
%	71,0	23,4	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Média	1,35						

A música de fundo foi outro aspecto que considerámos pertinente analisar. Apesar dos resultados revelarem que a maioria dos alunos a considerou agradável (média=2,32), temos alunos que a consideram irritante (tabela VI).

TABELA VI

CLASSIFICAÇÃO DA MÚSICA DE FUNDO (AGRADÁVEL – IRRITANTE), N=124

Diferencial semântico	Agradável ←————→ Irritante						
	1	2	3	4	5	6	7
Estatística Descritiva							
f	56	24	17	13	5	7	2
%	45,2	19,4	13,7	10,5	4,0	5,6	1,6
Média	2,35						

Na tabela VII verificamos que os alunos consideraram a extensão dos podcasts adequada, sendo a média de 1,42.

TABELA VII

CLASSIFICAÇÃO DA EXTENSÃO DOS PODCASTS (ADEQUADA – INADEQUADA), N=124

Diferencial semântico	Adequada ←————→ Inadequada						
	1	2	3	4	5	6	7
Estatística Descritiva							
f	85	29	7	3	0	0	0
%	68,5	23,4	5,6	2,4	0,0	0,0	0,0
Média	1,42						

Podemos concluir que os alunos consideraram os podcasts audíveis, com um tom agradável, claros em termos de informação e com uma extensão adequada. A música de fundo é o parâmetro menos consensual, embora a maioria dos alunos a considerasse agradável.

B. Audição dos Podcasts

A maioria dos alunos (65,3%) ouviu os podcast mais que uma vez, como se pode verificar na tabela VIII. Houve, mesmo, dois alunos que ouviram podcast quatro ou mais vezes.

TABELA VIII
NÚMEROS DE VEZES QUE O PODCAST FOI OUVIDO (N=124)

Audição dos podcast	f	%
1 vez	43	34,7
2 vezes	72	58,1
3 vezes	7	5,6
4 ou mais vezes	2	1,6

Os 81 alunos que ouviram de novo os podcasts apresentaram três motivos para o fazerem (tabela IX): a necessidade de tomarem nota de aspectos que escaparam na 1.ª audição (53,4%), a necessidade de tirar apontamentos (28,4%) e a possibilidade de recapitular a informação (21%). Parece-nos que alguns dos alunos têm muita curiosidade em ouvir o podcast, deixando para uma segunda audição a tarefa de retirar apontamentos.

TABELA IX
MOTIVOS PARA OUVIR O PODCAST MAIS QUE UMA VEZ (N=81)

Motivos para ouvir os podcasts de novo	f	%
Para tomar nota de aspectos que escaparam na 1.ª audição	43	53,1
Para tirar apontamentos	21	25,9
Para recapitular	17	21,0

C. Dispositivos Utilizados para a Audição dos Podcasts

Todos os alunos utilizaram o computador para ouvir os podcasts. Apenas 8 alunos indicaram ter ouvido nos leitores MP3/MP4 e somente um aluno assinalou o telemóvel (tabela X). Houve ainda 3 alunos que responderam outros, nomeadamente, auto-rádio (2) e leitor de DVD (1).

TABELA X
DISPOSITIVOS USADOS PARA OUVIR OS PODCASTS (N=124)

Dispositivo	f	%
Computador	124	100
Leitor de MP3/MP4	8	6,5
Telemóvel	1	0,8
Outro	3	2,4

D. Tarefas Executadas ao Mesmo Tempo que são Ouidos os Podcasts

Os alunos foram também questionados acerca das tarefas que executavam ao mesmo tempo que ouviam os podcasts. A maioria dos alunos respondeu que tirava notas (64,5%), 29,8% dos alunos disseram que não executavam nenhuma outra tarefa e 5,6% dos alunos responderam a consulta do trabalho prático (tabela XI).

TABELA XI
TAREFAS EXECUTADAS AO MESMO TEMPO QUE SÃO OUIDOS OS PODCASTS (N=124)

Tarefas executadas ao mesmo tempo que são ouvidos os podcasts	f	%
Tirar notas	80	64,5
Nada	37	29,8
Consulta do trabalho prático	7	5,6

E. Aceitação dos Podcasts

Para verificarmos a aceitação dos podcasts por parte dos alunos, questionámo-los acerca do meio de transmissão preferido: o podcast, uma versão textual do podcast, uma exposição oral no horário de atendimento ou outro.

A maioria dos alunos escolheu o podcast (65,3%), 33% dos alunos escolheu uma versão textual do podcast e 1,6% prefere uma exposição oral no horário de atendimento.

TABELA XII
MEIO DE TRANSMISSÃO PREFERIDO (N=124)

Meio de transmissão preferido	f	%
Podcast	81	65,3
Versão textual	41	33,1
Exposição oral no horário de atendimento	2	1,6

Estes resultados mostram uma boa aceitação dos podcasts pelos alunos, abrindo o caminho para a utilização de outros tipos de podcasts nas nossas unidades curriculares.

VI. CONCLUSÕES

Através do podcast, as pessoas descobriram uma nova forma de ouvir notícias, músicas, blogs e, principalmente, de aprender. Muitas são as instituições de ensino e os professores que têm vindo a integrar os podcasts nas suas práticas lectivas.

O seu sucesso está relacionado com o facto de ser extremamente fácil de criar e disponibilizar na Web e da sua subscrição e actualização ser automática. Como permite juntar locução, música, vídeo e fotografia torna-se num instrumento extremamente atractivo para o processo de ensino e aprendizagem.

O podcast permite ao professor disponibilizar aulas,

resumos de aulas, *feedback* de trabalhos, instruções, orientações de actividades, comentários, avisos, entrevistas, sínteses de artigos científicos, exercícios, resoluções de exercícios, etc., em formato áudio ou vídeo que podem ser consultados em qualquer local e a qualquer momento. Estamos, por isso, perante uma tecnologia com enorme potencial tanto para o ensino a distância, como para o ensino presencial.

No estudo realizado, os alunos consideraram os podcasts audíveis, com um tom agradável, claros em termos de informação e com uma extensão adequada. Relativamente à música de fundo, a maioria considerou-a agradável, embora fosse o item menos pontuado. Talvez a música de fundo, seja desnecessária nos comentários a proporcionar aos alunos. Houve 65,3% de alunos que ouviu os podcasts mais que uma vez, apresentando como motivos: a necessidade de tomar nota de aspectos que escaparam na 1.ª audição, a necessidade de tirar apontamentos e a possibilidade de recapitular a informação. Os alunos utilizaram o computador para ouvir os podcasts e apesar de 71,8% dos alunos possuírem leitores de MP3/MP4 e 50,8% possuírem um telemóvel 3G, apenas 6,5% utilizaram leitores de MP3/MP4 e somente 0,8% utilizaram telemóvel 3G. Cerca de 65% dos alunos indicou que tirava notas enquanto ouvia os podcasts.

A maioria dos alunos intervenientes prefere o podcast a uma versão textual do podcast ou a uma exposição oral no horário de atendimento, o que mostra que eles aceitaram bem esta nova tecnologia.

Com base nos resultados obtidos nesta experiência tencionamos alargar o uso de podcast a outros propósitos com o objectivo de melhorar o ensino e a aprendizagem nas nossas unidades curriculares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] W. Richardson, *Blogs, Wikis, Podcasts, and Other Powerful Web Tools for Classrooms*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, 2006.
- [2] A. Chan, e M. J. W. Lee, "An MP3 a Day Keeps the Worries Away: Exploring the Use of Podcasting to Address Preconceptions and Alleviate Pre-class Anxiety Amongst Undergraduate Information Technology Students" in *Good Practice in Practice: Student Experience Conference*, D. H. R. Spennemann, e L. Burr, Ed. Wagga Wagga NSW: Charles Sturt University, 2005, pp. 58-70.
- [3] M. Boulos, I. Maramba, e S. Wheeler, "Wikis, Blogs and Podcasts: A New Generation of Web-based Tools for Virtual Collaborative Clinical Practice and Education" *BMC – Medical Education*, 6 (41), pp. 1-8, 2006.
- [4] A. Chan, M. J. W. Lee, e C. McLoughlin, "Everyone's Learning with Podcasting: A Charles Sturt University Experience", in *Proceedings of the 23rd annual conference: Who's learning? Whose technology? ASCILITE 2006*, Sidney: The University of Sydney, 2006, pp. 111-120.
- [5] M. Frydenberg, "Principles and Pedagogy: The Two Ps of Podcasting in the Information Technology Classroom", *Information Systems Education Journal*, 6(6), 2008.
- [6] A. Moura, e A. A. A. Carvalho, "Podcast: Potencialidades na Educação", *Revista Prisma.com*, 3, pp. 88-110, 2006.
- [7] A. Moura, e A. A. A. Carvalho, "Podcast: uma Ferramenta para Usar Dentro e Fora da Sala de Aula", in *Conference on Mobile and Ubiquitous Systems*, Guimarães, 2006.
- [8] G. Abt, e T. Barry, "The Quantitative Effect of Students Using Podcasts in a First Year Undergraduate Exercise Physiology Module", *Bioscience Education e-Journal*, 10, pp. 1-9, 2007.

- [9] S. Cruz, e A. A. A. Carvalho, "Podcast: a Powerful Web Tool for Learning History", in *IADIS International Conference: e-Learning 2007*, M. Nunes, e M. McPherson, Eds. Lisboa, 2007, pp. 313-318.
- [10] P. Edirisingha, C. Rizzi, e L. Rothwell, "Podcasting to Provide Teaching and Learning Support for an Undergraduate Module on English Language and Communication", *Turkish Online Journal of Distance Education*, 8 (3), pp. 87-107, 2007.
- [11] M. Gribbins, "The Perceived Usefulness of Podcasting in Higher Education: A Survey of Students' Attitudes and Intention to Use", in *Proceedings of the Second Midwest United States Association for Information Systems*, Springfield, 2007, pp. 1-7.
- [12] L. A. Guertin, M. J. Bodek, S. E. Zappe, e H. Kim. (2007). Questioning the Student Use of and Desire for Lecture Podcasts. [Online]. *MERLOT - Journal of Online Learning and Teaching*, 3 (2), pp. 1-9. Disponível em: <http://jolt.merlot.org/vol3no2/guertin.htm>
- [13] M. J. Lee, e A. Chan, "Reducing the Effects of Isolation and Promoting Inclusivity for Distance Learners through Podcasting", *The Turkish Online Journal of Distance Education*, 8 (1), pp. 85-104, 2007.
- [14] P. Nathan, e A. Chan, "Engaging Undergraduates with Podcasting in a Business Subject" in *Proceedings ASCILITE*, Singapore, 2007, pp. 747-751.
- [15] G. Salmon, M. Nie, e P. Edirisingha, *Informal Mobile Podcasting and Learning Adaptation (IMPALA). E-learning Research Project Report 06/07*, 2007.
- [16] C. Aguiar, A. A. A. Carvalho, e C. J. Carvalho, "Atitudes e Percepções Discentes face à Implementação de Podcasts na Licenciatura em Biologia Aplicada", in *Actas do Encontro sobre Web 2.0*, A. A. Carvalho, Org. Braga: CIED, Universidade do Minho, 2008, pp. 191-202.
- [17] A. A. A. Carvalho, "Os Podcasts no Ensino Universitário: Implicações dos Tipos e da Duração na Aceitação dos Alunos", in *Actas do Encontro sobre Web 2.0*, A. A. Carvalho, Org. Braga: CIED, Universidade do Minho, 2008, pp. 179-190.
- [18] A. A. A. Carvalho, C. Aguiar, R. Cabecinhas, e J. Carvalho, "Integração de Podcasts no Ensino Universitário: Reações dos Alunos", *Revista Prisma.com*, 6, pp. 50-74, 2008.
- [19] A. A. A. Carvalho, C. Aguiar, C. J. Carvalho, e R. Cabecinhas, "Influence of Podcasts Characteristics on Higher Students' Acceptance", in *Proceedings of E-Learn*, C. J. Bonk, M. M. Lee, e T.H. Reynolds, Eds. Chesapeake: AACE, 2008, pp. 3625-3633.
- [20] A. A. A. Carvalho, C. Aguiar, H. Santos, L. Oliveira, e A. Marques, "Podcasts in Higher Education: Students and Teachers Perspectives" in *Education and Technology for a Better World*, A. Tatnall, e A. Jones, Eds. Berlin: Springer, 2009, pp. 417-426.
- [21] E. Kaplan-Leiserson. Podcasting in Academic and Corporate Learning. [Online]. *Learning Circuits*. Disponível em: http://www.astd.org/LC/2005/0605_kaplan.htm
- [22] J. Seltzinger, "Be Constructive: Blogs, Podcasts and Wikis as Constructive Learning Tools", *The eLearning Guild's - Learning Solutions - Practical Applications of Technology for Learning e-Magazine*, pp. 1-16, 2006.
- [23] C. Evans, "The Effectiveness of M-Learning in the Form of Podcast Revision Lectures in Higher Education", *Computers & Education*, pp. 1-8, 2007.
- [24] P. Edirisingha, G. Salmon, e J. Fothergill, "Profcasting - A Pilot Study and Guidelines for Integrating Podcasts in a Blended Learning Environment", in *Research on Competence Development in Online Distance Education and e-Learning*, U. Bernath, e A. Sangrà, Eds. Oldenburg: BIS-Verlag, 2007, pp. 127-137.
- [25] P. Edirisingha, e G. Salmon, "Pedagogical Models for Podcasts in Higher Education", in *Proceedings of 13th European Distance and E-Learning Conference (EDEN)*, Naples, 2007.
- [26] T. D. Green, A. Brown, e L. Robison, *Making the Most of the Web in Your Classroom: A Teacher's Guide to Blogs, Podcasts, Wikis, Pages, and Sites*. Thousand Oaks: Corwin Press, 2008.
- [27] A. Bell. Rubric for Podcasts. [Online]. *University of Wisconsin*. Disponível em: <http://www.uwstout.edu/soe/profdev/podcastrubric.html>
- [28] J. B. B. Junior, e C. P. Coutinho, "Recomendações para Produção de Podcasts e Vantagens em Ambientes Virtuais de Aprendizagem", *Revista Prisma.com*, 6, pp.125-140, 2008.
- [29] M. Lalomia, e J. Sidowski, "Measurements of Computer Attitudes: A Review", *International Journal of Human-Computer Interaction*, 3 (2), pp. 171-197, 1991.

- [30] J. Nielsen, *Usability Engineering*. London: Academic Press, 1993.



C. G. Marques nasceu em Tomar (Portugal) a 24/06/1975. Possui uma Licenciatura em Informática e Gestão na Escola Superior de Gestão de Santarém, Portugal (1999), um Mestrado em Comunicação Educacional Multimédia na Universidade Aberta em Lisboa, Portugal (2003), uma Pós-Graduação em Técnicas e Contextos de e-Learning na Universidade de Coimbra, Portugal (2003) e encontra-se a fazer Doutoramento em Ciências da Educação, Área de Tecnologia Educativa na Universidade do Minho em Braga, Portugal. É Professor da Área de Tecnologias de Informação e Comunicação da Escola Superior de Gestão do Instituto Politécnico de Tomar. Esteve envolvido em projectos relacionados com a informática na educação, entre eles, o Programa "Internet na Escola" e prestou consultoria informática a várias empresas. É autor de diversas publicações, entre elas, o livro "Os Hipermedia no Ensino Superior" (Cartaxo: T-Media, 2005), o capítulo "e-QUAL: A Proposal to Measure the Quality of e-Learning Courses" do livro "Advances in e-Learning: Experiences and Methodologies" (Hershey, New York: Information Science Reference, 2008) e o capítulo "Ferramentas Google: Page Creator, Docs e Calendar" do livro "Manual de Ferramentas da Web 2.0 para Professores" (Lisboa: Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, 2008). A sua investigação tem-se centrado na concepção, desenvolvimento e avaliação de ambientes de aprendizagem interactivos e objectos de aprendizagem; utilização da Web 2.0 em contexto educativo; aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva; e-Learning; e b-Learning.



Ana Amélia Amorim Carvalho é docente na Universidade do Minho, no Instituto de Educação, desde 1991. Realizou o Mestrado em "Education and Mass Media", na School of Education da universidade de Manchester, em Manchester, Reino Unido, em 1991. Doutorou-se em 1998 e fez a agregação em 2010. Tem leccionado disciplinas como Avaliação da Usabilidade, Edutainment, Avaliação de Websites, Tecnologia Educativa e Materiais Educativos Multimédia. É investigadora no Centro de Investigação em Educação, na Universidade do Minho. Tem sido investigadora responsável de projectos financiados pela FCT. O último foi o projecto "Implicações Pedagógicas dos Podcasts em Blended-learning" com a referência PTDC/CED/70751/2006. Responsável pela organização de eventos como Encontro sobre WebQuest (2006), Encontro sobre Web 2.0 (2008) e Encontro sobre Podcasts (2009). É a representante de Portugal na IFIP, no TC3 e faz parte da comissão executiva do TC3.

Capítulo 24

Podcasts e Vodcasts: Prós e Contras

Henrique M. D. Santos, Member, IEEE

Title—Podcasts and Vodcasts: Pros and Cons.

Abstract—Information and Communication technologies occupy a central place in discussions about teaching and learning issues. Information systems are increasingly accessible and are ubiquitous in the daily lives of students. In this context, podcasts and vodcasts are an alternative in the creation of teaching resources. However, its use should be preceded by suitability studies. This article examines the application of three different resources in the podcast and vodcast formats on a university graduate course in the area of Information Technology, highlighting the advantages and disadvantages perceived by students and faculty involved.

Keywords— Educational technology; information technology education; podcast; vodcast.

Abstract—as tecnologias de informação e comunicação têm vindo a ocupar um espaço central nas reflexões sobre as questões do ensino/aprendizagem. Os sistemas informáticos são cada vez mais acessíveis, estando omnipresentes no dia-a-dia dos alunos. É neste contexto que os podcast/vodcast surgem como alternativa na criação de recursos pedagógicos. Contudo, a sua utilização deve ser precedida de estudos de adequabilidade. Este artigo apresenta uma análise da aplicação de três tipos de recursos no formato podcast/vodcast a uma unidade curricular de ensino graduado, na área das Tecnologias da Informação, realçando as vantagens e inconvenientes percebidas pelos alunos e docentes envolvidos.

Keywords— Tecnologias para a educação; ensino das tecnologias de informação; podcast; vodcast.

I. INTRODUÇÃO

A evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem influenciado a forma como lidamos com o processo de ensino/aprendizagem, em todas as áreas do conhecimento, procurando enriquecer, flexibilizar e tornar mais efectivo esse processo. Como seria de esperar, a própria aprendizagem dessas tecnologias revela essa ligação,

Este trabalho foi apresentado originalmente no Encontro sobre Podcasts 2009, Braga, Portugal.

Henrique M. D. Santos is with the Algoritmi R&D Centre, University of Minho, 4800-058 Guimarães, Portugal (e-mail: hsantos@dsi.uminho.pt).

desta feita com um aumento do desafio, não só devido à crescente dimensão da área, mas também devido à tendência da redução dos ciclos de aprendizagem (de realçar que em Portugal, na sequência da aplicação do Processo de Bolonha, a maioria dos cursos superiores de Informática adoptaram planos de três anos). A acompanhar esta evolução, devemos ainda considerar o conjunto de novas competências que as gerações mais novas adquirem com as suas experiências de vida, rodeadas de tecnologia, e que as torna mais capazes de integrar esses instrumentos – Prensky caracteriza esta geração com o termo ‘Nativos Digitais’ [1].

A utilização de podcasts e vodcasts (podcasts no formato vídeo) no suporte à concepção de conteúdos académicos tem emergido como uma novidade que procura responder ao desafio da inovação e da flexibilidade na arte de ensinar e aprender, colmatando exactamente as limitações anteriormente assinaladas [2] e [3]. Tendo por base a utilização de tecnologias de fácil manuseamento, disponíveis livremente, recorrendo a simples processos de captação de áudio e vídeo, e com um suporte de publicação igualmente bastante acessível, esta tecnologia afigura-se tentadora para complementar de forma bastante eficiente o material que é facultado no âmbito das unidades curriculares [4]. Não admira assim que, em alguns estudos realizados sobre a sua utilização, o podcast/vodcast seja referida como uma das mais relevantes tecnologias de apoio ao ensino aprendizagem, sobretudo nesta geração dos ‘Nativos Digitais’ [5]. Mesmo para os docentes com menor familiaridade com estas ferramentas, é possível encontrar com alguma facilidade excelentes fontes de informação que ajudam nas diversas fases do desenvolvimento de conteúdos deste tipo - e.g. [16].

Não obstante o seu elevado potencial, não são raros os casos em que os alunos apontam algumas limitações ou, simplesmente, não utilizam devidamente os conteúdos fornecidos por este meio. Na maioria dos casos essas situações resultam de um desfasamento entre a percepção dos alunos sobre o real valor desta e de outros tipos de tecnologias no processos de aprendizagem, a sua receptividade ou mesmo as preferências, que variam muito de área para área [6], [7], [8] e [9].

II. PODCAST/VODCAST EM TIS

No que respeita à área do saber das Tecnologias de Informação (Tis) e de uma forma algo inesperada, o uso de podcast/vodcast não está tão documentado como em outras áreas. Mas, tal como já foi referido, a escassez de tempo que actualmente se verifica nos ciclos de aprendizagem, força, naturalmente, a sua adopção e estudo. Por outro lado, em fenómenos com o 'You Tube' é evidente a utilização (não organizada) da tecnologia no âmbito da aprendizagem de TIs.

De entre os estudos que existem a maioria revela igualmente uma elevada adesão, mas revela outros factos interessantes, como seja a utilização preferencial do computador (ou portátil) face aos pequenos dispositivos multimédia que hoje proliferam entre os jovens. Este facto prende-se não só com as limitações de recursos desses dispositivos, que no caso dos vodcast, podem ser determinantes, mas também com a utilização mais lúdica que tipicamente é dada aos dispositivos multimédia [10].

Os estudantes desta área de conhecimento revelam-se, na maior parte das vezes, com grande apetência para experimentar novas tecnologias e com capacidade para ultrapassar algumas das dificuldades iniciais de utilização e mesmo explorar novas experiências. Isso mesmo é evidenciado por algumas investigações que revelam o entusiasmo dos estudantes de TICs na realização e publicação de podcasts/vodcasts, no seu contexto de aprendizagem, o que se pode revelar como uma ferramenta pedagógica muito eficiente [11] e [12].

Uma outra tendência que se tem vindo a acentuar e para a qual esta tecnologia pode contribuir favoravelmente, é a internacionalização dos cursos. Motivadas pelo fenómeno de globalização e tentando responder a um mercado de emprego cada vez mais alargado, as universidades procuram adequar os seus cursos, criando ligações internacionais que facilitam a mobilidade de estudantes e o reconhecimento conjunto de graus de formação. Sobretudo ao nível do 2º e 3º ciclos de formação superior, são já vários os exemplos de cursos conjuntos, com essas características, realçando-se na Europa a iniciativa Erasmus Mundus. Na área das TICs, Portugal tem já alguns bons exemplos, mas a língua continua a ser um obstáculo, principalmente na capacidade de atracção de estudantes estrangeiros, oriundos de países anglo-saxónicos, o que é fundamental para o reconhecimento internacional das universidades [13]. Como é fácil deduzir, a tecnologia de podcast/vodcast permite facilmente criar conteúdos complementares às actividades lectivas regulares, em Inglês, ajudando a ultrapassar este obstáculo.

Finalmente, mas não menos importante, é a clarificação das competências que os profissionais da área das TIs devem obter. Depois de alguns anos firmemente assente nas áreas da Matemática e da Engenharia Electrónica, a área das Tecnologias de Informação receberam importantes contributos para o seu reconhecimento, enquanto área de saber independente, culminando esse trabalho na proposta de uma estrutura coerente para o corpo de conhecimentos envolvidos e a respectiva estrutura curricular. Dessas recomendações e entre muitas outras, sobressai a necessidade do

desenvolvimento de competências para suporte de trabalho autónomo, sendo referido inclusivamente como indicador que deverá existir uma relação de 3 para 1 entre o trabalho desenvolvido fora e dentro da sala de aula. Adicionalmente, é esperado que os alunos desenvolvam competências na utilização do maior leque possível de tecnologias e ferramentas associadas [14]. Seguindo esta linha de orientação faz todo o sentido estimular a utilização da tecnologia de poscast/voscast nas actividades pedagógicas associadas a unidades curriculares desta área.

III. APLICAÇÃO DE PODCASTS/VODCASTS

No enquadramento acima referido foram executadas três experiências pedagógicas envolvendo alunos do 1º ciclo de um Mestrado Integrado em Engenharia de Comunicações, da Universidade do Minho, a frequentar a unidade curricular Sistemas de Computação, no 2º ano, 1º semestre. Esta unidade tem como principal objectivo promover a compreensão das tecnologias que suportam um sistema informático. O objectivo é muito ambicioso, sendo impossível aprofundar todos os temas, tal como anteriormente era feito numa disciplina típica de Arquitectura de Computadores (num currículo tradicional de Informática esta disciplina ocupava normalmente 2 semestres). Os recursos da unidade são suportados por uma plataforma aberta de gestão de conteúdos (Moodle), o que facilita a exploração de diferentes mecanismos de distribuição de conteúdos.

Foram então criados três tipos de recursos, procurando responder a três necessidades diferentes. Para além da utilidade efectiva no contexto da unidade, esta experiência tinha por objectivo avaliar a efectiva utilidade destes tipos de recurso, antes de considerar a sua eventual aplicação a toda a unidade. Os três tipos de recurso desenvolvidos foram os seguintes:

- 1) Complementação de conceitos apresentados nas aulas; este recurso (vodcast) foi composto com base em slides, que não foram apresentados nas aulas e que eram acompanhados com a explicação oral; o recurso exemplifica a aplicação de algumas das técnicas mais relevantes usadas no controlo da hierarquia de memória dos computadores e não se considera essencial para obter a aprovação na unidade.
- 2) Guia de instalação e utilização de uma ferramenta informática (vodcast), necessária para realizara componente prática da unidade.
- 3) Definição de conceitos básicos relacionados com o armazenamento e gestão da informação em discos magnéticos e ópticos; estes conceitos não são considerados fundamentais para a unidade e não são alvo de avaliação, sendo disponibilizados apenas para facultar um meio de aprofundamento de conhecimentos sobre a área, que poderão ser necessários em actividades de algumas unidades curriculares posteriores.

Este último recurso foi publicado na plataforma PodOmatic, constituindo um podcast típico, enquanto os outros dois foram publicados num servidor local de streaming [15]. O streaming permite um maior controlo de versões (cópias), uma vez que o conteúdo em streaming não é nunca integralmente copiado para o computador do aluno, exigindo sempre uma ligação à Internet, para a sua consulta. Nesta perspectiva os conteúdos 1. e 2. afastam-se ligeiramente da definição tradicional do podcast/vodcast. Mas, atendendo à sua natureza e objectivo, é desejável poder, a qualquer momento, publicar novas versões (em função de modificações da ferramenta, no caso do recurso 2., ou alteração dos slides, no caso do recurso 1., adaptando-os a experiências actualizadas no contexto da unidade), o que pode constituir uma dificuldade acrescida num podcast tradicional distribuído por download. De realçar que apesar desta diferença, o processo de produção dos conteúdos é praticamente idêntico, tendo-se até utilizado as mesmas ferramentas (Audacity, para captura de áudio e CamStudio, para captura de vídeo e sessões no computador).

A eficácia da utilização dos conteúdos foi medida através de inquéritos, dos registos de acesso e de algumas questões específicas inseridas nos testes finais, quando o assunto em questão deveria ser alvo de avaliação.

IV. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Relativamente aos resultados obtidos nos testes não se pode afirmar que a utilização destes recursos tenha melhorado ou prejudicado o desempenho dos alunos. Com efeito e tendo como base os resultados tipicamente obtidos neste unidade, não é perceptível qualquer alteração nas notas.

No que respeita à percepção dos alunos, estes consideraram os recursos 1) e 2) bastante úteis, permitindo-lhes de forma mais flexível esclarecer algumas dúvidas. Como seria de esperar, a utilização do recurso 2). foi mais ou menos constante ao longo das actividades pedagógicas de natureza prática, enquanto que o acesso ao recurso 1. concentrou-se nos dias que antecederam os testes de avaliação. Já o recurso 3). foi muito pouco utilizado, o que revela falta de curiosidade e ambição dos alunos, que nesta fase do seu ciclo de formação ainda estão demasiadamente agarrados a uma lógica centrada na aprovação na unidade curricular, em detrimento da aquisição de conhecimentos. Paradoxalmente, este recurso foi o que exigiu maior tempo de preparação, pois tratando-se da definição de conceitos é importante uma apresentação clara e sem falhas, o que leva à necessidade da elaboração de um texto.

Globalmente pode-se afirmar que a utilização de podcasts/vodcasts revela um potencial enorme neste tipo de unidade curricular, mormente na forma de manuais de utilização de ferramentas, que libertam bastante tempo ao docente nas actividades práticas e ainda como complemento aos assuntos tratados nas aulas teóricas, dando exemplos de aplicação ou outros detalhes semelhantes que, normalmente, ocupavam um tempo significativo nas actividades presenciais.

Por outro lado, o esforço de preparação destes recursos é relativamente diminuto e promove ainda a possibilidade de criação de recursos em inglês, o que facilitará a eventual internacionalização dos cursos em questão.

Já a utilização destes recursos para estimular níveis cognitivos mais elevados parece não resultar, pelo menos nesta fase formativa. Considerando o elevado nível de exigência da elaboração desses recursos, o saldo revela-se muito negativo para o docente.

Uma última reflexão sobre o processo de distribuição que, considerando o domínio de aplicação e o tipo de recurso criado, pende, claramente, para a utilização do streaming em detrimento do download. Esta escolha condiciona a disponibilidade dos conteúdos offline, mas permite controlar de uma forma muito mais simples a proliferação de diferentes versões, preservando ainda a propriedade intelectual, que se pode revelar crítica sobretudo na óptica da internacionalização dos cursos.

REFERÊNCIAS

- [1] M. Prensky, "Digital natives, digital immigrants," *On the horizon*, vol. 9, pp. 1-6, 2001.
- [2] J. Copley, "Audio and video podcasts of lectures for campus-based students: production and evaluation of student use," *Innovations in Education and Teaching International*, vol. 44, pp. 387-399, Nov 2007.
- [3] H. Harris and S. Park, "Educational usages of podcasting," *British Journal of Educational Technology*, vol. 39, pp. 548-551, May 2008.
- [4] B. Tynan and S. Colbran, "Podcasting, student learning and expectations," in *23rd Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*, Sydney, AUSTRALIA, 2006, pp. 825-832.
- [5] M. Simatele, "Motivations and Perceived Usefulness of Technology in Higher Education," in *7th European Conference on e-Learning*, Agia Napa, CYPRUS, 2008, pp. 460-468.
- [6] C. Evans, "The effectiveness of m-learning in the form of podcast revision lectures in higher education," in *Biennial Conference on Computer Assisted Learning (CAL 07)*, Dublin, IRELAND, 2007, pp. 491-498.
- [7] S. Robinson, "Using podcasting in a hybrid course: A case study," in *6th European Conference on e-Learning (ECEL 2007)*, Copenhagen, DENMARK, 2007, pp. 513-517.
- [8] H. Geyer, et al., "To Podcast or not to Podcast? Students' Feedback on a Different Learning Experience in Histology," in *7th European Conference on e-Learning*, Agia Napa, CYPRUS, 2008, pp. 419-424.
- [9] G. Kennedy, et al., "First year students' experiences with technology: Are they really digital natives," *Australasian journal of educational technology*, vol. 24, pp. 108-122, 2008.
- [10] D. J. Malan, "Podcasting computer science E-1," *SIGCSE Bull.*, vol. 39, pp. 389-393, 2007.
- [11] M. Frydenberg, "Principles and pedagogy: The two P's of Podcasting in the Information Technology classroom," 2006.
- [12] A. Chan, et al., "Everyone's learning with podcasting: A Charles Sturt University experience," *Who's learning? Whose technology? Proceedings ascilite Sydney 2006*, 2006.
- [13] H. Yahoui, et al., "Evolution of master degree in Europe: An overview of the European programme available in electrical and information engineering," 2005.
- [14] B. Lunt, et al., "Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology," *Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society* 2008.
- [15] H. Santos, "Tecnologias de streaming em contextos de aprendizagem," *Universidade do Minho*, 2006.
- [16] Orden, Jason V., *How to Podcast*. [online][visitada: 22/05/2009], <http://www.how-to-podcast-tutorial.com/>



Henrique M. D. Santos (M'97). This author became a Member (M) of IEEE in 1976. He received his first degree in Electric and Electronic Engineering, by the University of Coimbra, Portugal, in 1984. In 1996 he got his PhD in Computer Engineering, at the University of the Minho, Portugal.

Currently he is an Associate Professor at the Information Technology and Communications group, at the University of Minho, being responsible for several graduate and postgraduate courses, as well as the supervision of several dissertations, mainly in the Information Security and Computer Architecture areas.

Prof. Santos is also the president of the ALGORITMI Research Centre, at the University of Minho, and president of a national Technical Committee (CT 136) related with the information system security standards. During the second semester of 1990, under an ERASMUS program, he was teaching at the University of Bristol, United Kingdom, where it was recognized as University Academic staff. Prof. Santos is also member of the ACM.

Capítulo 25

Taxonomia de Podcasts: da Criação à Utilização em Contexto Educativo

Ana Amélia A. Carvalho, Cristina Aguiar e Romana Maciel

Title—Taxonomy of Podcasts: production and usages in educational contexts

Abstract— This article presents a taxonomy of podcasts developed under the project "Pedagogical implications of podcasts in blended-learning". The studies, conducted at the University of Minho during three semesters, involved 6 teachers and 479 students. The most used podcasts, Informative, are suitable for a variety of purposes and can be produced by any author, regardless of the scientific background. The audio format and a short length were predominant in the episodes.

The taxonomy proposed and used covers all dimensions/categories appropriated for this type of classification. Given its simplicity and ease of use, this taxonomy seems also useful for other studies.

Keywords—Podcasts, taxonomy, higher education, blended-learning

Resumo— Este artigo apresenta a taxonomia de podcasts desenvolvida no âmbito do projecto "Implicações pedagógicas da utilização de podcasts em blended-learning". Os estudos, realizados na Universidade do Minho ao longo de três semestres, envolveram 6 docentes e 479 alunos. Os podcasts mais usados são os informativos, que permitem diversas finalidades e foram produzidos pela maior parte dos autores participantes no estudo, independentemente da área científica e grau de formação. O formato áudio e uma duração curta foram predominantes nos episódios criados.

A taxonomia proposta e usada abarca todas as dimensões/categorias julgadas pertinentes neste tipo de

classificação e parece ser aplicável a outros estudos, dada a sua simplicidade e facilidade de utilização.

Palavras-chave— Podcasts, taxonomia, ensino superior, blended-learning

I. INTRODUÇÃO

Os podcasts surgiram em 2004 [1], com o primeiro programa de rádio na Internet, e rapidamente se impuseram, devido à fácil produção e edição online. Além disso, os utentes que subscreverem os seus RSS (Really Simple Syndication) recebem informação sobre a disponibilização de mais podcasts. Estes podem ser criados em ferramentas da Web 2.0, como o Podomatic ou MyPodcast, ou através de software de edição de som, como o Audacity. No ensino, há professores que os disponibilizam em ferramentas da Web 2.0, mas outros optam por os colocar no LMS (Learning Management System), como acontece com muitos dos professores do ensino superior [2], [3]. A novidade dos podcasts no ensino não reside propriamente no uso de som ou de vídeo mas, como salienta Campbell [4], na "facilidade em publicar, na facilidade em subscrever e na facilidade em usar em múltiplos ambientes".

Uma taxonomia de podcasts ajuda a classificá-los atendendo a diferentes dimensões, mas também a repensar a sua utilização e diversidade. Há recomendações sobre como criar podcasts [5] - [9], sobre aspectos a ter em consideração quando se desenvolvem podcasts para ensinar e aprender no ensino superior [10] e sobre como avaliar podcasts [11] - [13], mas não há ainda uma taxonomia disponível e validada.

No âmbito do projecto "Implicações pedagógicas da utilização de podcasts em blended-learning", foi estabelecido como um dos objectivos a criação de uma taxonomia de podcasts. Para tal, baseámo-nos na revisão de literatura efectuada e na nossa experiência como produtores de podcasts ou como utilizadores de materiais autênticos.

Trabalho apresentado originalmente no Encontro sobre Podcasts, 8-9 Julho 2010, na Universidade do Minho, Braga-Portugal

Ana Amélia A. Carvalho. Departamento de Estudos Curriculares e Tecnologia Educativa, Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal (e-mail: aac@ie.uminho.pt).

Cristina Aguiar. Departamento de Biologia, Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, Portugal (e-mail: cristina.aguiar@bio.uminho.pt).

Romana Maciel foi bolseira no projecto PTDC/CED/70751/2006 (e-mail: romana.serra.maciell@gmail.com).

Investigação realizada no âmbito do projecto financiado pela FCT, com a referência PTDC/CED/70751/2006, integrado no CIEd.

O estudo desenvolvido na Universidade do Minho assentou nos seguintes pressupostos:

- os podcasts não são gravados na aula;
- os podcasts não são usados na aula;
- os podcasts devem ser reutilizados.

A reutilização é uma característica importante para qualquer objecto de aprendizagem, mas obviamente que depende do tipo e do propósito desse material. Por exemplo, se o podcast apresenta feedback sobre as apresentações feitas numa turma não fará sentido, em princípio, reutilizá-lo noutra turma.

A taxonomia de podcasts que propomos tem seis dimensões: tipo, formato, duração, autor, estilo e finalidade (Tabela 1) [14] - [15].

A. Tipo de Podcast

Consideramos quatro tipos de podcasts: Expositivo/ Informativo, Feedback/ Comentários, Instruções/ Orientações e Materiais autênticos.

Expositivo/Informativo pode incidir sobre a apresentação de um determinado conteúdo, uma síntese da matéria leccionada; um resumo de uma obra, de um artigo, de uma teoria; uma análise; excertos de textos; poemas; casos; explicações de conceitos, princípios ou fenómenos; descrição do funcionamento de ferramentas, equipamentos ou software; entre outros.

Feedback / Comentários, como o próprio nome indica, incide sobre o comentário crítico aos trabalhos ou tarefas realizadas pelos alunos, podendo ser efectivado pelo docente ou pelos pares. O comentário deve ser sempre construtivo, salientando os aspectos positivos bem como os aspectos a melhorar, propondo alternativas.

Instruções/Orientações, disponibiliza indicações e/ou instruções para realização de trabalhos práticos; orientações de estudo; recomendações; etc.

Materiais autênticos, são produtos feitos para o público, não especificamente para os estudantes de uma unidade curricular. São exemplo as entrevistas da rádio, excertos de telejornais e “sketchs” publicitários, entre outros. A expressão é comumente usada no ensino das línguas estrangeiras [16] e designa produtos feitos pelos nativos de uma língua para serem consumidos pelos nativos dessa mesma língua.

B. Formato

Os podcasts podem ser *áudio*, *vídeo* ou ter uma combinação de imagem com locução, que Salmon e Edirisingha [3] designam por *enhanced podcast*. O podcast em vídeo é designado por *vodcast* [3] ou *vidcast* [17]. Existe ainda a possibilidade de captação do ecrã, ao qual se associa a locução – um ficheiro com este formato é designado como *screencast*.

O vodcast poderá ser usado se realmente for relevante para a compreensão do aluno, como por exemplo uma demonstração, uma montagem de equipamento, uma intervenção cirúrgica, uma dissecação, uma experiência no laboratório.

O screencast permite fazer tutoriais que se podem rentabilizar em diferentes contextos, explicando como funciona determinado software, como pode ser explorado, etc. Será uma economia de tempo para o professor ter tutoriais que pode reutilizar em diferentes turmas e que os alunos podem rever se precisarem de confirmar algum pormenor. O podcast áudio, designado também por *audiocast* por alguns autores [18] - [19], para além de ser menos pesado, não exige atenção visual e permite maior liberdade de movimentos deixando ao ouvinte as mãos livres para realizar outra actividade em simultâneo. Favorece os alunos com dislexia e com dificuldades de literacia, como refere Rosell-Aguiar [16]. Além disso, ouvir é algo natural em nós enquanto ler implica uma aprendizagem. Durbridge [20] salienta as vantagens do áudio em relação ao texto impresso, realçando que a entoação facilita a compreensão. Os alunos visuais (por oposição aos auditivos) podem não gostar de ter materiais que requeiram audição. Além disso, na nossa cultura estamos mais habituados a ler enquanto se estuda do que a ouvir. Em Portugal ainda poucos aderem aos “audio books”, que são muitos usados no Reino Unido e nos Estados Unidos para se ouvir individualmente ou em família enquanto se viaja de carro.

O áudio é uma grande vantagem para os que gostam de ouvir [21] - [22]. A facilidade em parar, recuar e avançar faz dos podcasts algo que também pode ser atraente para alunos com necessidades especiais ou com ritmos diferentes, permitindo personalizar o seu processo de aprendizagem.

C. Duração

Ao longo da revisão de literatura efectuada [23] - [27] e das reacções dos nossos alunos, identificámos três categorias de podcasts: *curto*, *moderado* e *longo*. O podcast curto com duração igual ou inferior a 5 minutos, o moderado oscila entre 5 a 15 minutos e o podcast longo dura mais de 15 minutos.

Tem-se verificado uma preferência dos alunos por podcasts curtos [2], [15], [28]. Chan e colaboradores [24] mencionam que uma canção transmite uma mensagem e geralmente varia entre 3 e 5 minutos, por isso consideram essa a duração adequada para um podcast. Vários estudiosos sugerem a utilização de podcasts de curta duração, embora os conceitos temporais sejam variáveis. Por exemplo, Cebeci e Tekdal [23] propõem podcasts que não ultrapassem os 15 minutos, tempo a partir do qual se regista uma diminuição de atenção na audição e na compreensão. Salmon e colaboradores [27] utilizaram podcasts que não ultrapassavam, na sua maioria, 10 minutos. Walch e Lafferty [6] consideram que é preferível ouvir um podcast de 10 minutos, rico em informação, do que um de 30 minutos em que só alguns minutos apresentam informação e o resto é “show”. Assim, é preferível criar vários podcasts mais curtos do que ter um único longo.

D. Autor

O autor do podcast pode ser o *professor*, os *alunos* e *outras entidades*. Clothey e Schmidt [29] também consideram três categorias de autoria: os podcasts disponíveis na Internet, os podcasts criados pelos professores para os seus alunos e os solicitados aos alunos.

Muitos dos podcasts a usar no ensino são feitos pelo professor para os seus alunos. Quer seja um conteúdo que não ficou claro, quer seja uma síntese sobre a matéria trabalhada, um comentário aos relatórios entregues, uma explicação sobre a utilização de um software, ou instruções para o trabalho a desenvolver num dado laboratório, por exemplo, entre várias outras possibilidades. Harris e Park [30] consideram o podcast uma oportunidade para o professor enfatizar informação que considere crítica para os alunos. A voz do professor tem geralmente um impacto positivo nos alunos [1], [14], [20], [27]. No entanto, se a voz for estridente ou monocórdica, pode optar-se por utilizar um sintetizador de voz. Note-se que a primeira vez que se grava a voz esta não soa como própria, havendo depois uma habituação.

Por outro lado, convidar os alunos a apresentarem trabalhos em áudio em vez de documentos escritos pode ser muito positivo para aqueles que têm dificuldade de escrita mas facilidade de expressão oral [21]. Os alunos aderem bem a estas actividades, quer sejam alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico [31], quer alunos do ensino superior [25], [32].

Podem ainda ser utilizados podcasts feitos por outros autores (terceiros), por exemplo, colegas, jornalistas, cientistas, escritores, políticos que podem ser explorados em contexto lectivo.

E. Estilo

O estilo *formal* ou *informal* do podcast depende muito da relação que o professor mantém com os alunos e da sua maneira de ser. Uma outra variável é o tipo de podcast. É compreensível que um podcast do tipo feedback/ comentário seja mais informal do que um expositivo/informativo, dado o primeiro ser criado para um grupo específico e para uma situação particular, enquanto o segundo pode vir a ser reutilizado em diferentes turmas ou contextos.

F. Finalidade

A finalidade do podcast pode ser muito variada. A título de exemplo, pode servir para *informar*, *divulgar*, *motivar* para a temática ou para fazer alguma actividade, *orientar* os alunos para questionarem sobre determinado assunto, para apresentar uma reflexão, entre uma enorme variedade de aplicações. O professor tem ao seu dispor recursos que cria com o propósito de reforçar a sua autoridade ou orientar os seus alunos na aprendizagem. Em suma, pretende-se salientar que os podcasts não estão ao serviço de nenhuma abordagem teórica, podendo ser um recurso que pode ser usado para reforçar uma abordagem mais behaviorista ou mais construtivista. Tudo

depende do modo como o professor utiliza este recurso no contexto de ensino.

Os podcasts podem ser ferramentas valiosas na economia de sessões mais teóricas. Os alunos podem ouvir esses conteúdos previamente, havendo mais tempo nas aulas para o debate, a pesquisa, a negociação do saber e/ou para a elaboração de trabalhos desenvolvidos de forma colaborativa.

Em síntese, representa-se a taxonomia desenvolvida ao longo do projecto de implementação de podcasts no ensino superior em regime de blended-learning na Tabela 1.

TABELA I
TAXONOMIA DE PODCASTS (ADAPTADO DE [14])

Tipo	Formato	Duração (minutos)	Autor	Estilo	Finalidade
Expositivo	Áudio	Curto ≤5'	Professor	Formal	Informar
Feedback/ comentário	Enhanced podcast	Moderado	Aluno	Informal	Motivar
Instruções/ orientações	Vodcast	>5'-15'	Outro: Jornalista Cientista		Reflectir
Materiais autênticos	Screencast	Longo >15'	Político etc		Incentivar a questionar

Para classificar os podcasts produzidos e/ou os seleccionados online poderá utilizar-se a Grelha para Classificar Podcasts [28], elaborada com base na Taxonomia de Podcasts e disponibilizada no site do projecto (<http://www.iep.uminho.pt/podcast>). Na grelha acrescentou-se uma coluna com o número e/ou o nome do podcast, mantendo as dimensões enunciadas.

II. O ESTUDO

O estudo desenvolvido no âmbito do projecto de investigação “Implicações pedagógicas da utilização de podcasts em regime blended-learning” foi realizado ao longo de 3 semestres (2007-2009) e nele estiveram envolvidos 479 alunos e 6 docentes-investigadores. Neste trabalho, os dados são analisados à luz das dimensões da taxonomia proposta pela equipa [14], particularmente no tipo de podcasts.

Para o estudo foram desenvolvidos dois questionários, sendo o de literacia informática (QLI) destinado a caracterizar a amostra e preenchido no início do estudo e o de opinião (QO) no final do estudo, para auscultar a reacção dos discentes.

Cada docente registava as suas notas no diário de bordo e preenchia uma grelha de registo do podcast, que continha o propósito do podcast, a sua duração e uma descrição das dificuldades sentidas, caso tivessem ocorrido.

A. Amostra

Neste projecto participaram 372 alunos de licenciatura e 107 de pós-graduação, tendo uma média de idades de, respectivamente, 21 anos e 32 anos e pertencendo maioritariamente (67% do total de alunos) ao género feminino (Tabela II).

Na equipa colaboraram 6 docentes da Universidade do Minho - D_A a D_F – afiliados respectivamente às seguintes escolas: Instituto de Educação, Escola de Ciências, Instituto de Ciências Sociais, Instituto de Educação, Instituto de Letras e Ciências Humanas e Escola de Engenharia. No total, desenvolveram 13 estudos em unidades curriculares de ciclos de estudo de Licenciatura e 7 em unidades curriculares no âmbito de cursos de Mestrado.

TABELA II
ESTUDANTES ENVOLVIDOS NO ESTUDO (n=479) E RESPECTIVOS CURSOS

Ciclo	Curso	Unidade Curricular	Estudantes		
			F	M	Total
L	Estudos Portugueses	Análise Conversacional (AC)	6	0	6
		Linguística Descritiva (L.D)	13	6	19
	Linguas Aplicadas	Materiais Educativos Multimédia (MEM 2007/8)	14	0	14
		Materiais Educativos Multimédia (MEM 2008/9)	8	3	11
		Tecnologia e Comunicação Educacional (ICE)	23	0	23
	Educação	Hereditabilidade e Evolução (HE-BA 2007/8)	29	18	47
		Hereditabilidade e Evolução (HE-BA 2008/9)	27	9	36
	Biologia Aplicada	Genes e Genomas (GG)	29	18	47
		Hereditabilidade e Evolução (HE-BG 2008/9)	20	10	30
	Biologia e Geologia	Sistemas Operativos (SO)	10	33	43
Métodos de Investigação (MI 2007/8)		31	12	43	
Ciências da Computação	Métodos de Investigação (MI 2008/9)	28	10	38	
	Psicologia Social (PS)	14	1	15	
M	Sociologia	Hipertexto (HT)	18	12	30
		Sistemas Multimédia (SM 2007/8)	16	9	25
	Tecnologia Educativa	Sistemas Multimédia (SM 2008/9)	9	8	17
		Educação e Tecnologias Multimédia (ETM)	7	3	10
	Supervisão Pedagógica	Avaliação da Usabilidade (AU)	5	3	8
	Tecnologias e Arte Digital	Aprendizagem e Comunicação em Rede (ACR)	10	1	11
	Educação de Adultos e Intervenção Comunitária	Liderança e Dinâmica de Grupos (LDG)	6	0	6
	Mediação Educacional e Supervisão na Formação				

B. Podcasts Produzidos

Ao longo do projecto foi disponibilizado um total de 84 podcasts (81 produzidos pelos professores no âmbito dos vários estudos e 3 correspondentes a materiais autênticos, feitos por outrem). Paralelamente, os alunos foram também solicitados a criar os seus próprios podcasts, perfazendo neste caso um total de 34 ficheiros.

A grande maioria dos podcasts foi gravada no software Audacity e guardada como ficheiros mp3, disponibilizando-se na plataforma institucional de e-learning. Alternativamente, foram colocados no Podomatic ou aí gravados directamente.

Os 118 podcasts disponibilizados - 56 para alunos de Licenciatura e 62 para os de Mestrado - foram classificados tendo em conta as dimensões consideradas na taxonomia de podcasts proposta pela equipa do projecto [14], [15] e já atrás descrita. Para facilidade de análise, optou-se por fazer aqui a sua caracterização atendendo aos tipos de podcasts usados: expositivos/ informativos (Tabela III), de feedback/ comentários (Tabela IV), orientações/ instruções (Tabela V) e materiais autênticos (Tabela VI).

Expositivos/ Informativos

Foram criados podcasts do tipo expositivo/ informativo por todos os docentes envolvidos no projecto, quer para cursos de licenciatura (40) quer de Mestrado (36), e representaram o tipo de ficheiros áudio mais produzido no presente estudo (64% do total de podcasts). Relativamente à duração, os episódios foram maioritariamente curtos (63), alguns moderados (9) e apenas 4 foram longos. À excepção de 9 podcasts, todos os restantes foram gravados num estilo informal (I) e os seus objectivos eram diversificados: desde fornecer informações, descrições, explicações, sínteses ou conteúdos extra, até motivar para a leitura de um livro ou fazer uma apresentação individual. Neste último caso, os ficheiros foram produzidos pelos próprios alunos na unidade curricular de Hipertexto (HT), e eram em formato de vodcasts ou enhanced podcasts. O papel de produtores de podcasts foi também assumido pelos alunos de Linguística Descritiva (LD), que produziram 4 ficheiros áudio para sintetizar assuntos relevantes da matéria leccionada.

TABELA III
CARACTERÍSTICAS DOS PODCASTS INFORMATIVOS/ EXPOSITIVOS (n=76)

Ciclo	Autor	Curso	Número	Duração	Finalidade	Estilo	Formato
L	D _A	AC	1	curto	Aplicar conhecimentos específicos, adquiridos na aula	I	Áudio
			1	moderado	Aprofundar uma temática abordada na aula		
	E _{st} (D _A)	LD	4	curto	Sintetizar um assunto relevante	I	Áudio
			ME M 2007/8	1	curto	Informar sobre o modo de utilização do fórum na blackboard	I
	D _B	HE-BA 2007/8	4	curto	Fornecer resultados de aprendizagem e informações sobre os recursos de estudo	I	
			HE-BA 2008/9	1	curto	Fornecer conteúdo extra através da leitura de um texto	
	D _C	GG	2	curto	Fornecer conteúdos de aula		F
			2	moderado	Fornecer conteúdos de aula		
	D _D	HE-BG 2008/9	6	curto	Fornecer resultados de aprendizagem e informações sobre os recursos de estudo	I	Áudio
			1	curto	Fornecer conteúdo extra através da leitura de um texto		F
D _E	TCE	1	curto	Explicar a resolução de um exercício sobre hereditabilidade	I		
		1	curto	Fornecer conteúdos de aula		F	
D _F	PS	2	moderado	Fornecer conteúdos de aula		F	
		1	curto	Fornecer conteúdos de aula			
M	D _B	SM 2007/8	1	curto	Fornecer resultados de aprendizagem e informações sobre os recursos de estudo	I	Áudio
			1	moderado	Fornecer conteúdos de aula		
D _E	ACR	3	curto	Indicar aspectos a focar na próxima sessão	I	Áudio	
		5	curto	Esclarecer sobre o projecto e sobre a participação voluntária			
E _{st} (D _E)	HT	21	curto	Clarificar as regras de avaliação	I	Áudio	
		2	moderado	Motivar para a leitura de um livro			
D _F	LDG	2	curto	Apresentar-se a um amigo, familiar ou empregador	I	Vídeo	
		2	longo	Desenvolver conteúdos extra	I	Áudio	

Feedback/ Comentários

Podcasts para dar feedback aos alunos, quer individualmente quer em grupo, e com o propósito de comentar diferentes tipos de tarefas, foram criados por 2 dos docentes (21 podcasts) e também pelos alunos de Educação e Tecnologias Multimédia (ETM), neste caso para comentar o trabalho realizado pelos seus pares (Tabela IV). Todos os podcasts deste tipo eram ficheiros exclusivamente áudio, de

curta duração, e foram gravados em estilo informal pelos docentes ou em estilo formal pelos estudantes.

TABELA IV

CARACTERÍSTICAS DOS PODCASTS DE FEEDBACK/ COMENTÁRIOS (n =30)

Podcasts						
Ciclo	Autor	Curso	Número	Duração	Finalidade	Estilo Formato
L	D _a	MEM	1	curto	Comentar as correcções feitas à análise de software educativo multimédia ou videogames	I Áudio
		HE-BA	4	curto	Fornecer feedback ao trabalho realizado em grupo	I Áudio
	D _c	HE-BG	3	curto	Fornecer feedback sobre o trabalho realizado em grupo	I Áudio
		HE-BG	2008/9	1	curto	Comentar mensagens dos estudantes no fórum
M	SM	2007/8	1	curto	Comentar apresentações dos alunos sobre as coisas da aprendizagem	I Áudio
		2007/8	1	curto	Comentar os contributos dos alunos no fórum	I Áudio
	D _b	SM	1	curto	Comentar respostas dos alunos a um questionário sobre literacia informática	I Áudio
		2008/9	1	curto	Comentar podcasts criados pelos alunos	I Áudio
Est -	AU	1	curto	Comentar respostas dos alunos sobre o módulo 1	I Áudio	
	ETM	6	curto	Fornecer feedbacks personalizados	I Áudio	
	ETM	9	curto	Comentar o trabalho de pares realizado sobre a análise de software educativo	F Áudio	

Instruções/ Orientações

Foram criados podcasts para orientar os alunos para diferentes tipos de tarefas, fornecendo algumas instruções e recomendações consideradas úteis pelos 3 docentes que decidiram utilizar esta tipologia de podcast nos seus contextos pedagógicos. Todos os 9 ficheiros, exclusivamente em formato áudio, eram de curta duração e foram maioritariamente gravados num estilo formal (Tabela V).

TABELA V

CARACTERÍSTICAS DOS PODCASTS COM INSTRUÇÕES/ ORIENTAÇÕES (n =9)

Podcasts						
Ciclo	Autor	Curso	Número	Duração	Finalidade	Estilo Formato
L	D _a	AC	1	curto	Orientar para uma tarefa	I Áudio
		MEM	1	curto	Fornecer recomendações para a próxima sessão	I Áudio
	D _c	HE-BA	2	curto	Orientar para a análise de um site, para o trabalho de grupo e sua colocação na Blackboard	F Áudio
		HE-BA	2008/9	1	curto	Fornecer orientações de estudo
M	D _b	ETM	1	curto	Orientar para o trabalho de grupo	F Áudio
		ETM	1	curto	Orientar para o relatório sobre WebQuest	F Áudio
	AU	1	curto	Fornecer orientações para a tarefa final	F Áudio	
M	AU	1	curto	Fornecer recomendações para a tarefa de revisão crítica de um artigo sobre avaliação de usabilidade)	F Áudio	
		1	curto	Fornecer recomendações para a tarefa de revisão crítica de um artigo sobre avaliação de usabilidade)	F Áudio	

Materiais Autênticos

Podcasts de materiais autênticos foram utilizados por um único docente do projecto, tratando-se de entrevistas gravadas num estilo informal. Estes ficheiros eram de longa duração e foram utilizados com o objectivo de informar e motivar os alunos sobre determinados aspectos da unidade curricular.

TABELA VI

CARACTERÍSTICAS DOS PODCASTS COM DE MATERIAIS AUTÊNTICOS (n =3)

Podcasts						
Ciclo	Autor	Curso	Número	Duração	Finalidade	Estilo Formato
L	Peritos (D _e)	MI	1	longo	Motivar os alunos e informar sobre as potencialidades do método da entrevista	I Áudio
		MI	1	longo	Motivar os alunos e informar sobre as potencialidades dos métodos de investigação não intrusivos	I Áudio
	MI	2008/9	1	longo	Motivar os alunos e informar sobre as potencialidades dos métodos de investigação não intrusivos	I Áudio

III. REACÇÕES AOS PODCASTS

A. Reacções dos Discentes

A maioria dos estudantes (57%) afirmou desconhecer o que eram podcasts aquando do preenchimento do questionário de literacia informática. No entanto, a grande maioria ouviu os ficheiros disponibilizados no decurso do projecto (89%) e demonstrou receptividade a aceder a novos podcasts no futuro (respectivamente 81% e 92% dos alunos de licenciatura e de mestrado), apesar de alguma resistência inicial à utilização pedagógica desta nova ferramenta.

Numa sondagem sobre as suas preferências pelo tipo de podcasts, constatou-se que os estudantes têm preferências diferentes dependendo do ciclo de estudos (Figura 1). Assim, os alunos de licenciatura manifestaram uma preferência clara por podcasts expositivos (48% dos alunos) seguindo-se os podcasts contendo instruções (32%), os de materiais autênticos (14%) e apenas 6% dos alunos encontrou utilidade nos podcasts contendo feedback. Para os alunos de Mestrado, o tipo de podcasts mais útil é o que contém instruções/orientações (34%), seguindo-se os de feedback (29%) e os expositivos (27%) e, por último, os materiais autênticos (10%). Ressalta assim a ideia de que, na perspectiva dos alunos, a maior utilidade pedagógica destes ficheiros áudio passa pela disponibilização de materiais que contribuam/ facilitem a sua aprendizagem.

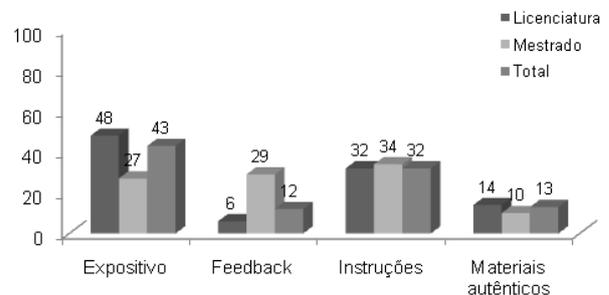


Fig 1. Utilidade dos diferentes tipos de podcasts para os alunos de Licenciatura e Mestrado (%)

A preferência dos alunos relativamente à duração ideal de podcasts vai claramente para ficheiros de duração curta ou moderada. Se para os alunos de licenciatura é quase indiferente ouvir podcasts curtos ou moderados – 39% opta por podcasts com duração igual ou inferior a 5 minutos e 41% por ficheiros com duração superior a 5 e inferior a 15 minutos - os de Mestrado preferem indiscutivelmente uma duração mais curta (58% destes alunos).

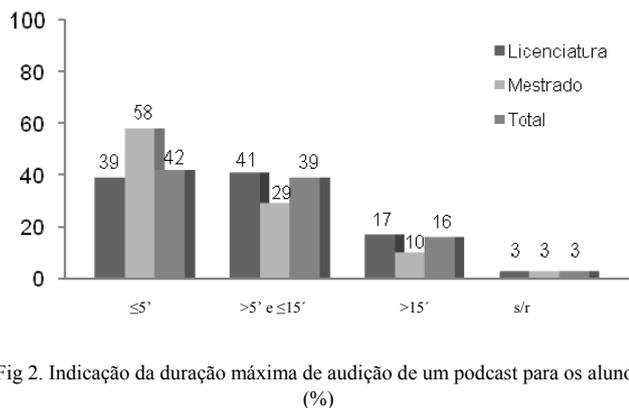


Fig 2. Indicação da duração máxima de audição de um podcast para os alunos (%)

B. Reações dos Docentes

Todos os docentes envolvidos no projecto afirmaram ter gostado de criar e de introduzir podcasts no apoio às suas unidades curriculares, considerando a experiência muito positiva e manifestando interesse em continuar a usar esta ferramenta em novos contextos educativos. Realçaram no entanto que a utilização desta ferramenta consome bastante tempo e lamentaram a falta de reconhecimento institucional pelo trabalho desenvolvido. Simultaneamente, expressaram o desejo de explorar outras potencialidades e finalidades destes ficheiros áudio e vídeo no processo de ensino/ aprendizagem.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente utilização de podcasts como recurso pedagógico no ensino superior e a necessidade de analisar e validar a sua utilidade e eficácia, em tão variados contextos educativos, têm confrontado os seus utilizadores com a necessidade de uma taxonomia para estes ficheiros. Proposta na sequência dos vários estudos desenvolvidos no âmbito do projecto “Implicações pedagógicas da utilização de podcasts em blended-learning”, a taxonomia que aqui aplicámos revelou-se simples, de fácil utilização e contempla a diversidade de dimensões e categorias abrangida pelos 118 podcasts utilizados ao longo deste último ano e meio. Confrontada com a revisão da literatura, ainda omissa relativamente a uma classificação de podcasts, embora já rica em recomendações para a sua produção e avaliação, parece-nos que a taxonomia que propomos é facilmente aplicável aos numerosos estudos que têm sido descritos e poderá contribuir para uma sistematização dos podcasts que têm vindo a ser criados/ usados nos mais variados contextos educativos.

REFERÊNCIAS

[1] Richardson, W., *Blogs, Wikis, Podcasts, and Other Powerful Web Tools for Classrooms*. Thousand Oaks, California: Corwin Press, 2006.
 [2] Carvalho, A. A., Aguiar, C., Cabecinhas, R. e Carvalho, J., “Integração de Podcasts no Ensino Universitário: Reações dos Alunos”. *Prisma.com*, nº 6, pp.50-74, 2008. Available: <http://prisma.cetac.up.pt/>
 [3] Salmon, G. and Edirisingha, P., *Podcasting for Learning in Universities*. Berkshire: McGraw-Hill, 2008.
 [4] Campbell, G., “There’s Something in the Air: Podcasting in Education”, *EDUCAUSE*, pp. 33-46, 2005.
 [5] Geoghegan M. and Klass, D., *Podcast Solutions: The Complete Guide to Podcasting*. Berkley, CA: Apress, 2005.

[6] Walch, R. and Lafferty, M., *Tricks of the Podcastings Masters*. Indianapolis: QUE, 2006.
 [7] Avgerinou, M., Salwach, J. and Tarkowski, D., “Information Design for Podcasts”, in C. Montgomerie and J. Seale (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, Chesapeake, VA: AACE, 2007, pp.754-756.
 [8] Hendron, J. G., *RSS for Educators: Blogs, Newsfeeds, Podcasts, and Wikis in the Classroom*. Washington, DC: ISTE, 2008.
 [9] Ross, J., Gorra, A. and Finlay, J., “Practical Tips for Creating Podcasts in Higher Education”, in *Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education*, 2008, pp. 311-311.
 [10] Edirisingha, P., Salmon, G. and Nie, M., “Developing pedagogical podcasts”, in G. Samon and P. Edirisingha, (eds), *Podcasting for Learning in Universities*. New York: Open University Press, 2008, pp. 153-168.
 [11] Bell, A., *A+ Podcast Rubric*. University of Wisconsin, Stout, 2007. <http://www.uwstout.edu/soe/profdev/podcastrubric.html>
 [12] Austria, J., “Developing Evaluation Criteria for Podcasts”, In *Libri*, 57, no. 4, pp. 179-272, 2007. <http://www.librijournal.org/pdf/2007-4pp179-207.pdf>.
 [13] Schrock, K., “What makes a good podcast?” *Kathy Schrock’s Guide for Educators*, 2009. <http://school.discovery.com/schrockguide/pdf/evalpodcast.pdf>
 [14] Carvalho, A. A., Aguiar, C., Carvalho, C. J., Oliveira, L. R., Cabecinhas, R., Marques, A., Santos, H. e Maciel, R., *Taxonomia de Podcasts*, 2008. http://www.iep.uminho.pt/podcast/Taxonomia_Podcasts.pdf
 [15] Carvalho, A. A., Aguiar, C., Santos, H., Oliveira, L., Marques, A. and Maciel, R., “Podcasts in Higher Education: Students and Teachers Perspectives”, in *9th WCCE – IFIP World Conference on Computers in Education*, 2009.
 [16] Rosell-Aguilar, F., “Top of the pods – In search of podcasting pedagogy for language learning”, *Computer Assisted Language Learning* 20, no. 5, pp. 471–492, 2007.
 [17] Newbutt, N., Flynn, R. and Penwill, G., “Creating a suitable and successful solution for the integration of Podcasting and Vcasting in a Higher Education E-Learning Environment”, in C. J. Bonk, M. M. Lee and T. H. Reynolds (eds). *Proceedings of E-Learn*, Chesapeake, VA: AACE, 2008, pp.3028-3033.
 [18] McLoughlin, C. and Lee, M., “Listen and learn: A systematic review of the evidence that podcasting supports learning in higher education”, in C. Montgomerie and J. Seale (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA*. Chesapeake, VA: AACE, 2007, pp. 1669–1677.
 [19] Webb, E. and Cavanagh, G., “How Mobile is your Podcast?”, in *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008*. Chesapeake, VA: AACE pp. 3954-3958.
 [20] Durbridge, N., “Audio cassettes”, in A. W. Bates (ed.), *The Role of Technology in Distance Education*. Kent, UK: Croom Helm, 1984, pp. 99-107.
 [21] Kaplan-Leiserson, E., “Trend: Podcasting in Academic and Corporate Learning” http://www.learningcircuits.org/2005/jun2005/0506_trends.htm
 [22] Williams, B., *Educator’s Podcast Guide*. Washington: ISTE, 2007.
 [23] Cebeci, Z. and Tekdal, M., “Using Podcasts as Audio Learning Objects”, in *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 2, pp. 47-57, 2006.
 [24] Chan, A., Lee, M., and McLoughlin, C., “Everyone’s learning with podcasting: A Charles Sturt University experience”, in *Proceedings of the 23rd annual conference: Who’s learning? Whose technology? ASCILITE 2006*. The University of Sydney, pp. 111-120.
 [25] Frydenberg, M., “Principles and Pedagogy: The Two P’s of Podcasting in the Information Technology Classroom”, *ISECON – EDSIG*, 23, 2006, pp. 1-10.
 [26] Lee, M. and Chan, A., “Reducing the effects of isolation and promoting inclusivity for distance learners through podcasting”, *Turkish Online Journal of Distance Education – TOJDE*, 8(1), pp. 85-104, 2007.
 [27] Salmon, G., Nie, M., and Edirisingha, P., *Informal Mobile Podcasting And Learning Adaptation (IMPALA)*. e-Learning research Project Report 06/07. Beyond Distance Research Alliance. University of Leicester, 2007.
 [28] Carvalho, A. A., Aguiar, C. and Maciel, R., “A Taxonomy of Podcasts and its Application to Higher Education”, in *ALT-C*, 2009, pp. 132-140.

- [29] Clothey, R. and Schmitt, C., "Education in Motion: Innovating with iPods", in *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, Chesapeake, VA: AACE, 2008, pp. 629-639.
- [30] Harris, H. and Park, S., "Educational usages of podcasting", *British Journal of Educational Technology*, 39, no. 3: pp. 548-551, 2008.
- [31] Cruz, S. and Carvalho, A. A., "Podcast: a powerful web tool for learning history", in M. Nunes and M. McPherson (eds), *IADIS International Conference, e-Learning 2007 Proceedings*, Lisboa: IADIS, 2007, pp. 313-318.
- [32] Carvalho, A. A. and Aguiar, C., "Impact of Podcasts in Teachers Education: from Consumers to Producers", in *Proceedings of SITE - Society for Information Technology & Teacher Education*, Chesapeake: AACE, 2009, pp. 2473-2480.

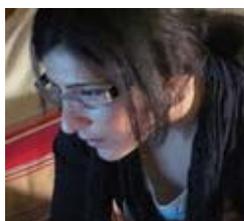


Ana Amélia Amorim Carvalho é docente na Universidade do Minho, no Instituto de Educação, desde 1991. Realizou o Mestrado em "Education and Mass Media", na School of Education da Universidade de Manchester, em Manchester, Reino Unido, em 1991. Doutorou-se em 1998 e fez a agregação em 2010. Tem leccionado disciplinas como Avaliação da Usabilidade, Edutainment, Avaliação de Websites, Tecnologia Educativa e Materiais Educativos Multimédia. É

investigadora no Centro de Investigação em Educação, na Universidade do Minho. Tem sido investigadora responsável de projectos financiados pela FCT. O último foi o projecto "Implicações Pedagógicas dos Podcasts em Blended-learning" com a referência PTDC/CED/70751/2006. Responsável pela organização de eventos como Encontro sobre WebQuest (2006), Encontro sobre Web 2.0 (2008) e Encontro sobre Podcasts (2009). É a representante de Portugal na IFIP, no TC3 e faz parte da comissão executiva do TC3.



Cristina Aguiar licenciou-se em Biologia na Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, em 1990. Realizou provas de mestrado em Biotecnologia na Universidade Técnica de Lisboa e, em 2002, doutorou-se em Ciências (Biologia), na Universidade do Minho. É Professora Auxiliar no Departamento de Biologia da mesma Universidade, onde tem leccionado unidades curriculares nas áreas da Microbiologia, da Genética Clássica e da Genética Molecular em cursos de licenciatura e mestrado. Está também envolvida na formação contínua de professores nas áreas referidas. Para além da investigação na sua área disciplinar, tem-se dedicado à implementação de novas metodologias de ensino/aprendizagem e avaliação no Ensino Superior bem como à introdução de ferramentas da Web 2.0 nas suas práticas, com particular destaque para o *Podcasting* e a construção de um Laboratório Virtual de Genética. Foi distinguida com o *Prémio de Incentivo à Docência ECUM*, atribuído em 2008 pela Escola de Ciências da Universidade do Minho.



Romana Andrea de Carvalho Serra Maciel Licenciada em Geografia - Ramo Educacional, pela Faculdade de Letras da Universidade do Porto. Está a desenvolver o projecto de investigação de Mestrado em Ciências da Educação, Especialização em Tecnologia Educativa, na Universidade do Minho. Foi bolseira no projecto *Implicações pedagógicas da utilização de Podcasts em*

blended-Learning. Tem publicado em congressos nacionais e internacionais como SIIE, ALT-C, WCCE, Encontro sobre Podcasts.

Capítulo 26

Social Network Analysis como Ferramenta de Monitorização da Comunicação e Interação Online: o Exemplo de uma Iniciativa de e-Learning no Ensino Superior

N. Pedro e J. F. Matos

Title - Social Network Analysis as a Monitoring Tool for Online Communication and Interaction: the Example of an e-Learning Course in Higher Education.

Abstract— Research on collaboration in online courses traditionally focuses in content analysis of illustrative particular cases of situations experienced by participants. It is rather important to value the idea that, in complementary terms, the study of interaction and collaboration should also consider social network analysis methods, taking advantage of tools available on the web. In this article the basis of social network analysis is introduced and an example of its application to an online course of a post graduate program in ICT and Education at the University of Lisbon is presented.

Keywords— e-learning, computer-mediated communication, online interaction, social network analysis

Abstract— Na investigação desenvolvida sobre a dimensão colaborativa do trabalho desenvolvido em disciplinas e cursos online os estudos tendem a focar-se tradicionalmente na análise de conteúdo de casos particulares ilustrativos da situação vivida pelos participantes. Considera-se importante valorizar a ideia de que, complementarmente, o estudo da interação online deve contemplar metodologias da *social network analysis* tirando partido das ferramentas disponíveis na web. Neste artigo introduz-se as bases da análise de redes sociais e apresenta-se um exemplo de aplicação da mesma num curso online de uma disciplina do programa de estudos pós graduados em TIC e Educação da Universidade de Lisboa.

Este trabalho foi originalmente apresentado na VI Conferência Internacional de TIC na Educação - Challenges 2009.

N. Pedro, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, Campo Grande, 1649-013, e-mail: nspedro@ie.ul.pt

J. F. Matos, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, Campo Grande, 1649-013, e-mail: jfmatos@ie.ul.pt

Keywords— análise de redes sociais, e-learning, comunicação mediada-por-computador, interação online,

I. INTRODUÇÃO

ACTUALMENTE ganha consenso entre os investigadores no domínio do ensino a distância ou e-learning a ideia de que é necessário centrar atenções sobre os aspectos sociais da aprendizagem, nomeadamente nas interações sociais, nos padrões de comunicação e nas redes de trabalho e colaboração estabelecidas nos novos ambientes virtuais de gestão de aprendizagem [1]. Uma caracterização adequada da forma como as pessoas interagem online, cooperam e aprendem colaborativamente permitirá (i) compreender quais as estratégias e metodologias mais adequadas para promover a constituição de redes e comunidades de aprendizagem on-line – elemento considerado essencial em situações de e-learning – e (ii) produzir conhecimento relevante para as práticas docentes inovadoras em sala de aula.

É neste quadro que a interação em ambientes digitais surge como conceito central na presente investigação desenvolvida em torno do e-learning, da aprendizagem on-line e da comunicação mediada por computador.

A. Comunicação, interação e colaboração: bases da constituição de redes (sociais) de aprendizagem

O envolvimento em iniciativas de ensino on-line baseia-se em dois aspectos essenciais: (i) o acesso a recursos criteriosamente seleccionados e organizados em torno do que se entende que deverá ser ensinado e aprendido e (ii) a comunicação estabelecida entre e com os participantes (alunos e professor), e que suportam a gestão e desenvolvimento das aprendizagens.

De entre os novos ambientes de aprendizagem on-line, as plataformas *learning management system* (LMS), apresentam um conjunto integrado de recursos que têm a finalidade de sustentar e promover a comunicação (síncrona e assíncrona) e a interacção entre os utilizadores, tais como, *chatrooms*, mensagens privadas, serviços de e-mail e/ou fóruns de discussão.

Os fóruns de discussão que actualmente integram a maioria dos ambientes de suporte aprendizagem on-line são apresentados como “*a central locus of any on-line course activity*” [2]. Enquanto espaços de interacção assíncrona, os fóruns de discussão revelam-se vantajosos na sustentação e interligação de ideias, sobretudo, pela flexibilização dos tempos de interacção que proporcionam, permitindo assim um maior controlo do tempo de resposta, uma maior profundidade da contribuição e pertinência do feedback.

Em sentido complementar, a literatura e a prática comprovam que o volume de interacções estabelecidas em cursos e iniciativas on-line aparece como factor determinante do envolvimento dos participantes no ensino [3], da eficácia das aprendizagens realizadas [4], da qualidade dos processos de aprendizagem estabelecidos [5]-[6], da eficiência do ensino desenvolvido pelo moderador [7] e da satisfação dos alunos [8].

B. *Social network analysis*

Decorrendo da associação entre a Sociometria e a Teoria dos Grafos, a *social networks analysis* ou análise de redes sociais institui-se como uma área específica de investigação que se foca no estudo dos padrões de relação estabelecidos entre entidades, pessoas, grupos, organizações e/ou comunidades [9].

As investigações desenvolvidas neste âmbito dedicam-se à descrição, representação e análise de padrões comunicacionais/ relacionais, procurando perceber, explicar e inferir acerca do comportamento e atitudes dos elementos (individuais ou grupais) em redes sociais. Debruça-se sobre a utilização e desenvolvimento de técnicas de análise de posicionamentos, relações, papéis, padrões de influência e fluxos de partilha de informação no seio de redes sociais [10].

A análise de redes sociais (on-line) pode assumir uma abordagem mais sociocêntrica, com foco na análise estrutural da comunidade social em interacção, ou egocêntrica, debruçando-se antes sobre a posição específica e o papel social que cada actor desempenha em função da sua posição na rede [10]. Tais abordagens revelam-se complementares, providenciando informações diversificadas, mas mutuamente envolvidas, sendo vantajosa a sua conjugação na análise de redes sociais on-line.

A *social networks analysis* é apresentada como uma metodologia extremamente útil no estudo da comunicação mediada pelas tecnologias, na medida em que se debruça sobre a análise de dados relacionais [11]. Esta metodologia, “*reflects a shift from the individualism common in the social sciences towards a structural analysis. This method suggests a redefinition of the fundamental units of analysis (...). The unit is [now] the relation. The interesting feature of a relation is its*

pattern. Social network analysis can be used to follow the growth of computer mediated communication network phenomena” [12].

Quando um conjunto de pessoas se institui como estrutura grupal unificada pela ligação que entre elas se estabelece através da internet, essa mesma estrutura apresenta-se como rede social online [9]. A *world wide web*, como meio de suporte à informação e comunicação, suporta o contacto entre os membros, cultivando laços sociais e fomentando a partilha de ideias e recursos.

C. *Um exemplo: a disciplina de “Formação mediada por plataformas LMS”- FCUL*

A disciplina de “Formação mediada por plataformas LMS” integra o 2º semestre do plano curricular do Mestrado e do Programa Doutoral em ‘TIC e Educação’ do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), ambos abertos no ano lectivo 2007/2008. A disciplina, de carácter opcional, decorreu entre Março e Junho de 2008, contando com 29 alunos inscritos. Apenas a primeira e a última aula foram realizadas presencialmente tendo as restantes sessões e actividades decorrido integralmente on-line, suportadas pela plataforma MOODLE (disponível em <http://meduc.fc.ul.pt>).

A primeira sessão presencial assumiu como objectivos (i) estabelecer contacto entre os elementos da turma que posteriormente viveria, em colectivo, on-line, (ii) tomar contacto com o modo de funcionamento, organização e actividades a desenvolver na disciplina e (iii) sublinhar a importância que assumiria no desenvolvimento das actividades, a comunicação, participação e interacção online. A todos os participantes foram atribuídas permissões associadas ao papel de “aluno”, revelando o professor poderes totais de administração. A última sessão assumiu como finalidade promover entre os alunos a partilha do trabalho final desenvolvido, o qual se associava à análise do conteúdo, estrutura e finalidade de uma disciplina aberta em plataforma LMS utilizada em contexto educativo/de formação.

O desenvolvimento das actividades nas sessões à distância envolvia a realização de tarefas temporalmente organizadas, as quais deveriam ser completadas on-line para aprovação na disciplina. Novas tarefas eram introduzidas quinzenalmente envolvendo (i) a leitura da bibliografia recomendada para cada um dos tópicos em consideração, (ii) a pesquisa de outros recursos (digitais) relacionados, (iii) reflexão crítica sobre as temáticas propostas, (iv) análise de práticas reais de utilização educativa de plataformas, (v) publicação de reflexões pessoais/de grupo em torno dos temas em análise e (vi) comentário, questionamento e/ou desenvolvimento das considerações publicadas pelos colegas.

Tal como é característico em cursos leccionados on-line, esta disciplina foi desenhada com o intuito de se revelar altamente interactiva, apresentando-se os fóruns de discussão como o espaço primordial de suporte à comunicação e interacção entre os alunos. Todos os materiais necessários se encontravam disponíveis na plataforma.

II. METODOLOGIA

Assume-se como sujeitos do presente estudo os 29 alunos inscritos na disciplina bem como o professor/moderador da mesma. Os alunos serão doravante referidos como participantes e o professor assume a designação de moderador.

Os fóruns de discussão integrados nas plataformas de gestão de aprendizagem são entendidos como estruturantes de redes sociais on-line [2] pelo que as participações/interacções nestes contidas são assim eleitas como objecto de estudo, pretendendo-se, por recurso às mesmas, examinar a direcção, o sentido, a força e os padrões das conexões estabelecidas entre os participantes.

Para análise da interacção desenvolvida na disciplina recorreu-se a métodos de análise de dados utilizados no campo da *social network analysis*, sendo para tal sido utilizado o software UCINET- *Software for social network analysis*, versão 6.191 [13] e NETDRAW – Network Visualization Software, versão 2.081.

Previamente ao início das actividades na disciplina de “Formação mediada por plataformas LMS”, foi solicitada aos participantes a autorização para análise dos dados contidos no espaço aberto na plataforma. Os dados foram recolhidos após terminado o ano lectivo, em Agosto de 2008 e incidiram sobre todas a interacções desenvolvidas durante o período de desenvolvimento das actividades on-line, com duração aproximada de 3 meses.

III. RESULTADOS

Os dados seguidamente apresentados pretendem suportar a análise das interacções online estabelecidas no âmbito do trabalho desenvolvido na disciplina. Foram, especificamente, considerados como interacções on-line a correspondência de *posts* colocados nos fóruns de discussão e que envolve pelos menos dois sujeitos, estabelecendo-se como forma de comunicação e de reconhecimento de elos relacionais entre os mesmos. Foram igualmente, consideradas como interacções o trabalho desenvolvido entre os elementos dos grupos formados pelos participantes na realização das actividades propostas.

Com vista à organização esquemática dos dados referentes às interacções estabelecidas entre os 30 elementos que constituíram a disciplina, construiu-se uma matriz sociométrica

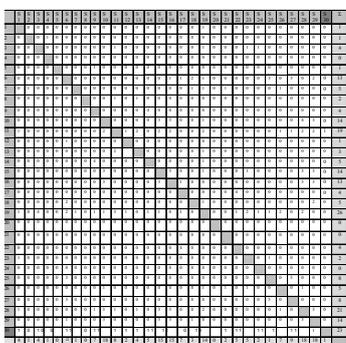


Figura 1: Matriz sociométrica das interacções (ver detalhe em anexo)

No UCINET, cada participante ou actor foi representado por um código numérico (S1, S2, ..., sendo S30 o moderador), sendo tal referência simultaneamente colocada em linha e em coluna. A matriz construída assume assim designação de matriz quadrada e assimétrica, pelo facto da indicação de interacção de A para B não envolver reciprocidade directa de B para A. Em linha, registaram-se os elementos emissores de interacção e em coluna os elementos receptores da mesma. Nas matrizes sociométricas, a ausência de interacção é representada pelo valor 0 e a existência de interacção pelo valor 1. No caso da matriz em causa, optou-se por representar não apenas a existência de interacção mas igualmente a frequência registada de interacções na rede, transformando-a numa matriz ponderada. A última linha e a última coluna indicam, respectivamente, os graus de entrada e de saída de cada elemento, ou seja, o somatório de todas as interacções recebidas por cada participante e o somatório de todas as interacções iniciadas pelos mesmos [10].

Com recurso ao NETDRAW, as interacções estabelecidas foram, igualmente representadas num sociograma, uma representação gráfica da rede (social) de aprendizagem constituída ao longo do desenvolvimento das actividades que sustentaram o trabalho da disciplina em análise.

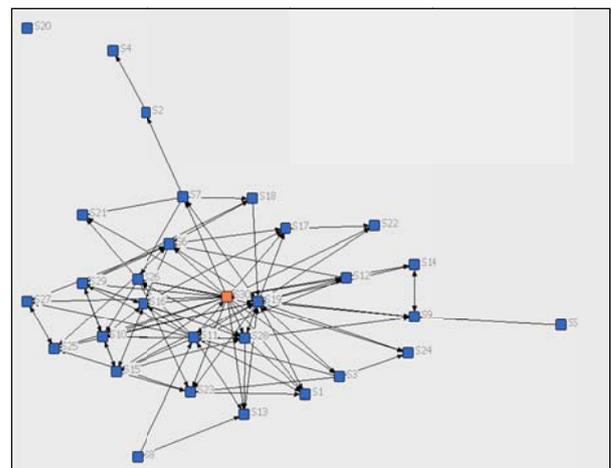


Figura 2: Sociograma das interacções

Cada ponto representa um dos elementos da rede, sendo as setas indicativas das interacções estabelecidas, bem como a direcção das mesmas. Encontram-se setas unilaterais ($A \rightarrow B$) e bilaterais ($A \rightarrow B \rightarrow A$). O ponto salientado é representante do moderador da disciplina. No gráfico, a organização dos elementos na rede é efectuada com base no número de interacções recebidas e emitidas por cada elemento, sendo colocado mais perto do centro o(s) elemento(s) que emitiu e recebeu o maior número de interacções.

Pela análise da matriz sociométrica podemos constatar que o volume de interacções registadas tenderá a revelar-se reduzido, na medida em que o total de células onde aparece o valor 0, indicativo de inexistência de interacção, aparece elevado. De igual modo, no sociograma verifica-se uma

limitada concentração de conexões entre os pontos ou elementos. Na verdade, do volume total de 870 interações possíveis (se cada um dos elementos interagisse com todos os outros participantes $[n \cdot (n - 1)]$), apenas se registaram 220 interações.

Com o objectivo de aprofundar as características da rede social estabelecida, procedeu-se a uma análise estrutural e posicional da mesma. Para tal, recorreu-se ao cálculo dos alguns indicadores frequentemente utilizados na *social network analysis*: densidade, inclusividade, reciprocidade, centralidade e partilha [11].

A. Densidade

A densidade de uma rede social é determinada pelo número de conexões estabelecidas entre os elementos da mesma [11]. É calculado pelo quociente entre o número de conexões estabelecidas e o total de conexões teoricamente possíveis. O índice de densidade da rede social constituída com base nas interações desenvolvidas entre os participantes na disciplina foi de 25,3%.

B. Inclusividade

A inclusividade (inclusiveness) de uma rede é determinada pela proporção de sujeitos incluídos tendo em consideração o total de elementos da rede [10] e surge inversamente associada ao total de indivíduos excluídos, isto é, que não iniciaram ou receberam qualquer interação. Foi-nos possível concluir que todos os elementos da rede se encontram conectados a pelo menos outro participante, existindo apenas um elemento isolado (S20). Consequentemente, verificou-se que a rede apresenta um índice de inclusividade próximo de 97%, o que é indicativo de que a teia de relações estabelecidas on-line se revelou envolvente e pouco segregativa.

C. Reciprocidade

O índice de reciprocidade de uma rede social representa o número de conexões mútuas estabelecidas entre os participantes [11] ou a mutualidade nas interações, revelando-se indicativa da força do vínculo entre os elementos que une.

Utilizando um método híbrido encontrou-se o índice de reciprocidade 33,7%, ou seja, no total de interações estabelecidas verificou-se que cerca de 34% das mesmas se apresentavam como conexões mútuas entre os elementos. A figura seguinte representa a totalidade das interações recíprocas (mutualidade ≥ 1) estabelecidas na rede.

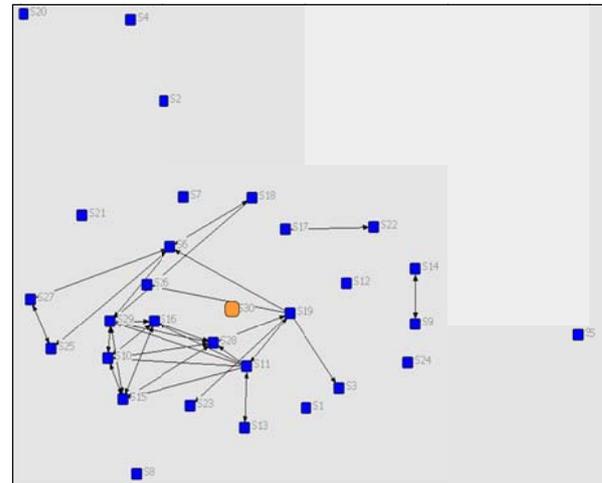


Figura 3: Totalidade das interações recíprocas

Com vista a analisar mais aprofundadamente a força do vínculo que unia os elementos, elaborou-se o sociograma das interações da rede social cuja reciprocidade se estabelecia mais do que uma vez (mutualidade ≥ 2). Concluiu-se deste modo que a mutualidade se revelava mais marcada entre determinados elementos, os quais se encontram agrupados na figura seguinte com recurso a figuras curvilíneas.

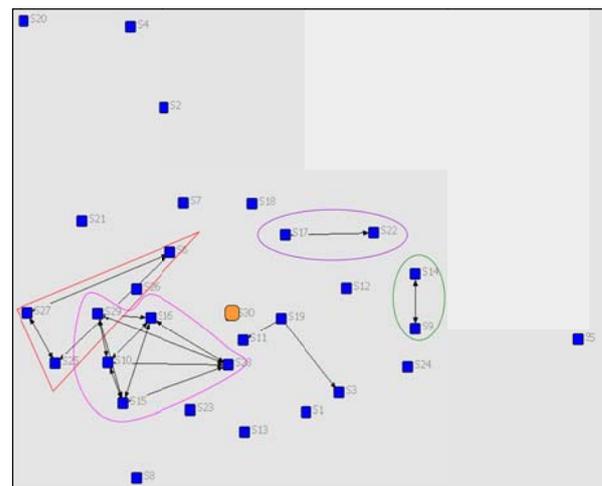


Figura 4: Reciprocidade na interação

Pela identificação dos elementos que constituíam os agrupamentos identificados foi-nos possível concluir que a mutualidade se mostrava mais elevada entre os participantes que formaram grupos para a realização das tarefas propostas na disciplina.

Para aprofundar a existência ou distinção de sub-grupos no interior da rede procedeu-se à análise de clusters, uma metodologia aglomerativa de análise de redes sociais. Em redes sociais os clusters apresentam-se como áreas da rede onde é possível encontrar elevada densidade nas interações, distinguindo-se os elementos pela sua contiguidade no diagrama e pela sua separação relativamente a outros clusters [10].

Para a representação dos clusters identificados na rede optou-se pelo diagrama em árvore, o qual se apresenta na figura 5.

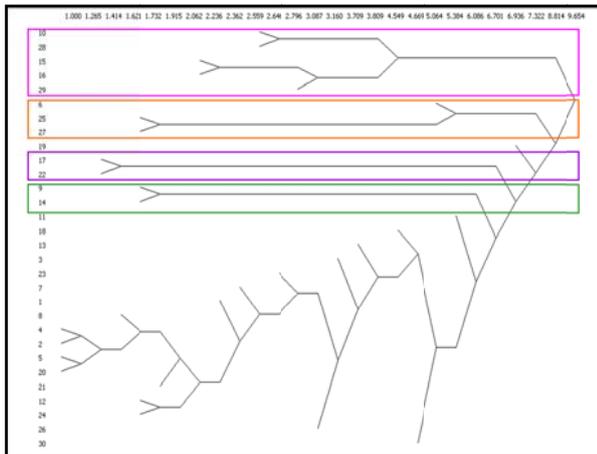


Figura 5: diagrama dos clusters identificados na rede social

Foi possível concluir que os sub-grupos identificados como apresentando elevada reciprocidade nas interações foram verdadeiramente identificados como clusters na rede, o que permite concluir que a realização das tarefas propostas na disciplina em grupo fortifica as interações estabelecidas entre os elementos dos grupos, criando igualmente a possibilidade de se verem distinguidos agrupamentos na globalidade da rede social.

D. Centralidade

A centralidade de uma rede social é determinada pelos graus de saída e de entrada associados a cada elemento da rede, isto é, o total de elementos (ou pontos) a que cada sujeito se encontra ligado [14]. Este nível local de análise da centralidade, pode ser igualmente complementado por uma análise à centralidade global da rede (definida em torno do conceito de proximidade entre os pontos). Determinado ponto da rede é considerado globalmente central se apresenta a mais curta distância relativamente aos restantes pontos da rede. Segundo Freeman pode-se detectar associações entre o nível de centralidade estrutural de uma rede e os processos de influência dos elementos nessa mesma rede [14].

Para o cálculo da centralidade de uma rede social utilizou-se o método Freeman's Degree o qual se baseia no conceito de 'dependência local' dos elementos da rede. Diz-se que determinado agente A é dependente em relação a outro agente B se a linha que o liga a um terceiro agente C for cruzada pelo segundo B. Na sua globalidade, a rede apresentou um índice de centralidade reduzido, 13,3%.

Analisou-se, igualmente, o grau de centralidade de cada participante na rede, tendo-se verificado que o elemento S19 foi aquele que apresentou uma posição de maior centralidade (grau de entrada normalizado = 17,9%), sendo assim o ponto de centralidade da rede. Seguidamente, surge o elemento moderador (S30, grau de entrada normalizado =15,8%),

acompanhado pelos participantes S28 e S11, igualmente com valores indicativos de uma posição centralizada.

É, no entanto, importante realçar que ainda que os elementos anteriormente indicados revelem valores de centralidade mais elevados em relação aos restantes elementos da rede, os valores em causa mantêm-se moderados o que é indício de uma reduzida concentração nas interações estabelecidas. Tais valores reduzidos apresentam-se favoráveis no contexto em causa, na medida em que, elevados níveis de centralidade seriam indicativos de que as interações estabelecidas se encontravam organizadas em torno de um 'núcleo duro' de sujeitos, à volta do qual gravitariam os restantes elementos. Considerando a associação que Freeman encontrou entre o nível de centralidade e os processos de influência no seio de redes sociais [14], os resultados encontrados no presente estudo apresentam-se como um factor positivo ou favorável ao desenvolvimento das interações na rede.

E. Partilha

O índice de partilha numa rede social é determinado pela contribuição de cada participante para o total das interações estabelecidas [13]. Para análise do índice de partilha na rede utilizou-se o Método de identificação dos componentes principais (*Principal components analysis*), o qual permite identificar um conjunto de pontos não correlacionados que assumem um papel determinante na variação registada em determinada variável ou atributo.

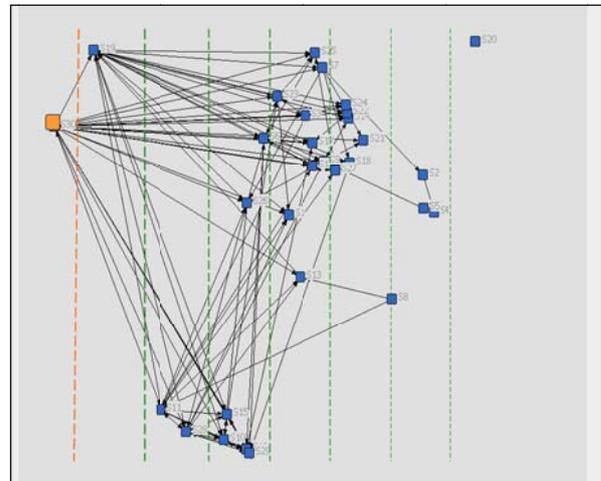


Figura 6: Índice de partilha na rede

Constatou-se que o professor-moderador (S30) assume, na partilha na rede, um papel determinante, sendo igualmente acompanhado pelo elemento S19. De novo, os elementos S11 e S28 revelam uma posição destacada.

É importante realçar que a maioria dos elementos da rede assume uma posição equivalente no índice de partilha na rede. Grande parte dos elementos da rede encontra-se numa posição central no gráfico, ou seja, são poucos os elementos com elevada preponderância para o total de partilha na rede, o que revela que tal responsabilidade é colectivamente distribuída entre os elementos.

IV. CONCLUSÕES

A partir da análise efectuada é possível indicar algumas conclusões que se considera relevantes para o design, organização e desenvolvimento de iniciativas no âmbito do ensino e formação a distância, nomeadamente, no que respeita ao estímulo e dinamização da comunicação, interacção e colaboração on-line.

Na disciplina em análise foram detectados reduzidos índices de interacção entre os participantes, comparativamente aos valores patentes em investigações semelhantes, desenvolvidas em cursos on-line com duração e número de participantes próximos [2]-[5].

Neste âmbito, é importante referir que, ainda que as orientações para a realização das tarefas na disciplina indicassem explicitamente que deveriam (i) ser introduzidas considerações/ reflexões em torno das temáticas e (ii) comentadas as contribuições dos colegas, revelou-se escasso o número de alunos que se dedicavam a considerar esta segunda orientação. Tal dificuldade denota que os alunos sentem renitência e dificuldade em estabelecer comunicação online e em criar laços relacionais através dessa mesma interacção. Estas conclusões são ainda suportadas pelo facto de, na matriz sociométrica, ser possível constatar que apenas um dos alunos interagiu/respondeu a uma das intervenções efectuadas pelo professor-moderador ao longo de todo o tempo em que a disciplina decorreu.

Neste âmbito, a integração de estratégias de trabalho que se focalizem numa dimensão social do trabalho no grupo-turma serão vantajosas como estímulo a níveis mais elevados de comunicação on-line. Porque se considera vital estimular a interactividade em iniciativas de ensino a distância [15], é essencial que tais estratégias façam explicitamente parte dos objectivos e efeitos a produzir na disciplina/curso, encontrando-se intencionalmente integradas não só na organização da disciplina, mas igualmente em toda a sua estruturação, nos materiais seleccionados, nas actividades propostas e nas metodologias de trabalho apresentadas.

Deste modo, chama-se à atenção para as vantagens de se considerarem, previamente e ao longo das actividades desenvolvidas, iniciativas de estímulo à comunicação informal entre os agentes envolvidos (entre alunos e entre estes e o moderador) com as quais se fomenta o conforto, à-vontade e confiança mútua. Tais elementos são essenciais para a discussão conjunta, a troca de ideias e o confronto de opiniões em torno dos tópicos considerados, minimizando o receio de tais procedimentos sejam entendido como forma questionar ou colocar o outro em causa.

Os resultados encontrados permitem, igualmente, chamar a atenção para o facto da análise da interacção em redes sociais on-line poder e dever ir além da simples análise interacção desenvolvida, frequentemente categorizada de forma dicotómica, como forte/fraca ou elevada/reduzida.

A *social network analysis* como metodologia de análise de dados permitiu demonstrar que uma observação sistematizada, assente em indicadores estrategicamente seleccionados e cuidadosamente interpretados, possibilita a identificação de

informações valiosas para o design, gestão e desenvolvimento das actividades em iniciativas de ensino e formação on-line.

Apesar da reduzida densidade das interacções estabelecidas durante o decorrer da disciplina, encontrou-se na rede social de aprendizagem em análise um índice elevado de inclusividade revelando que, ainda que a teia de relações estabelecidas se apresente pouco compacta, ela envolve quase a totalidade dos elementos.

De modo semelhante, os resultados encontrados permitiram também detectar que a rede social em causa apresentava um reduzido índice de reciprocidade, verificando-se, numa análise mais profunda às interacções recíprocas estabelecidas, que as mesmas decorriam entre agrupamentos específicos de alunos, os quais foram identificados como constituindo clusters no interior da rede. Pela análise dos elementos que constituíam tais aglomerados, concluiu-se ainda que a mutualidade nas interacções se revelava mais elevada entre os elementos da turma que formaram grupos para a realização das tarefas propostas. Vê-se, deste modo, reconhecido (ou reafirmado) que a realização de actividades em grupo tende a fortificar as interacções estabelecidas no seu seio, ainda que se vejam assim criadas condições que potenciam a distinção vincada de agrupamentos na rede estabelecida.

Outra das características identificadas se associava à reduzida centralidade da rede (social) de aprendizagem, tanto na sua totalidade como no grau de centralidade de cada um dos participantes. Ainda que alguns dos elementos (S19 e S30) apresentassem valores de centralidade mais elevados, os valores em causa apresentaram-se, no entanto, indicativos de uma moderada concentração das interacções. Resultados semelhantes foram encontrados no que respeita ao índice de partilha na rede.

Pelo facto de se verificar que a contribuição de cada elemento para o total das interacções (partilha) se revela relativamente distribuída entre os participantes constata-se que se encontrava favorecida a equidade no posicionamento de cada elemento no seio da rede, o que proporciona maior horizontalidade nas interacções e maior difusão de recursos e conhecimentos.

Simultaneamente, parece importante referir que a análise de redes sociais se apresenta útil como metodologia de monitorização da participação, interacção e colaboração desenvolvida, não apenas após o desenvolvimento das actividades mas também como recurso de regulação dos padrões comunicacionais e relacionais estabelecidos durante o desenvolvimento das actividades. Pela análise das participações realizadas por cada um dos participantes, pela decomposição das comunicações e interacções desenvolvidas entre os elementos, pela identificação de sub-redes (grupos, clusters, cliques) implícita e explicitamente formadas, o moderador passa a dispor de um conjunto de informações altamente relevantes para (i) estimular individual e colectivamente as competências comunicacionais online, (ii) estreitar as relações interpessoais entre os elementos, (iii) identificar perfis de maior compatibilidade no desenvolvimento de trabalho conjunto, (iv) identificar elementos chave na estruturação da rede, considerando

cautelosamente a importância associada tanto aos ‘central players’ e ‘key-nodes’ [16], como aos ‘weak ties’ [17]-[18], no aumento da coesão e interdependência entre os elementos, (v) redireccionar os fluxos de informação e (vi) encontrar suporte para os processos de tomada de decisão – elementos fundamentais para melhorar a experiência individual e colectiva na aprendizagem on-line.

Finalmente, é importante referir algumas limitações que podem ser apontadas aos dados recolhidos e à análise desenvolvida nesta investigação. Ainda que se tenha analisado a rede social estabelecida, a definição de uma natureza puramente quantitativa de análise das interações deixa por analisar o conteúdo, a finalidade, a função exercida e resultados produzidos com as mesmas. De igual modo, o cálculo e análise de outros indicadores relevantes nomeadamente na análise posicional de cada um dos elementos na rede, bem como no interior dos aglomerados identificados, poderiam revelar-se altamente úteis, não apenas num momento final, mas sobretudo de forma recorrente ao longo do desenvolvimento da disciplina. De igual modo, é aqui adequadamente aplicável a crítica tecida por autores como Beuchot e Bullen às investigações realizadas em torno da análise de cursos/disciplinas em regime de e-learning, onde os autores referem que as mesmas tendem a descrever iniciativas isoladas, desenvolvidas em períodos de tempo curtos, normalmente inferiores a um ano lectivo [7], sendo necessário desenvolver-se mais trabalhos de investigação (i) sob perspectivas longitudinais de análise e (ii) revestindo o formato de investigações comparativas.

REFERENCES

[1] G. Salmon, and K. Giles, K. (2008, August). Moderating [On-line]. Available: <http://www.emoderators.com/moderators/gilly/MOD.html>

[2] S. Lowes, P. Lin, and Y. Wang, “Studying the effectiveness of the discussion forum in on-line professional development course”, *Journal of Interactive on-line learning*, vol. 6, no. 3, pp. 181-210, Winter 2007.

[3] P. T. Nothrup, “On-line learners’ preferences for interaction”. *The Quarterly Review of Distance Education*, vol. 3, no. 2, pp. 219-226, Summer 2002.

[4] A. Rovai, and K. T. Barnum, “On-Line course effectiveness: an analysis of student interactions and perceptions of learning”, *Journal of Distance Education*, vol.18, no. 1, pp. 57-73, 2003.

[5] L. Lipponen, M. Rahikainen, K. Hakkarainen and T. Palonen, “Effective participation and discourse through a computer network: Investigating elementary students’ computer –supported interaction”. *Journal of Educational Computing Research*, vol. 27, no.4, pp. 353-382, 2002.

[6] T. S. Roberts, and J. M. McInerney, “Seven problems of on-line group learning (and their solutions)”, *Educational Technology & Society*, vol. 10, no. 4, pp. 257-268, 2007.

[7] A. Beuchot and M. Bullon, “Interaction and interpersonality in on-line discussion forums”. *Distance Education*, vol. 26, no. 1, pp. 67–87, May 2005.

[8] A. Filipe, *Comunidades on-line de sucesso: o sentido de comunidade nas interações colaborativas on-line*. Coimbra: Edições Minerva, 2008.

[9] B. Wellman, “Computer networks as social networks”, *Computer and Science*, vol. 293, pp. 2031-2034, September 2001.

[10] J. Scott, *Social network analysis: A handbook*, 2nd ed., London: SAGE Publications, 2000.

[11] P. J. Carrington, J. Scott, and S. Wasserman (Eds), *Models and methods in social network analysis*, 1st ed., Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

[12] L. Garton, C. Haythornthwaite, and B. Wellman, (1997, June). Studying on-line social networks. *Journal of Computer-Mediated Communication* [Online]. 3 (1). Available: <http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue1/garton.html>.

[13] S.P. Borgatti, M.G. Everett, and L.C Freeman, *Ucinet for Windows: Software for social network analysis*. Harvard: Analytic Technologies, 2002.

[14] L. C. Freeman Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, vol. 1, pp. 215-239, 1978/79.

[15] M. C. Smith, and A. Winking-Diaz (2004, Winter). Increasing students’ interactivity in an on-line course. *The Journal of Interactive On-line Learning* [Online]. 2 (3). Available: <http://www.ncolr.org/jiol/issues/PDF/2.3.3.pdf>.

[16] S.P. Borgatti (2006, April). Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory* [Online]. 12, pp. 21–34. Available <http://www.analytictech.com/borgatti/papers/cmotkeyplayer.pdf>

[17] M. Granovette (1984). The strength of weak ties: A network theory revisited. *Sociological Theory* [Online]. 1, pp. 201-233. Available: http://www.si.umich.edu/~rfrost/courses/SI110/readings/In_Out_and_Beyond/Granovetter.pdf

[18] A. Kavanaugh, D. D. Reese and J. M. Carroll, and M. B. Rosson, “Weak ties in networked communities” in *Communities and technologies*, M. Huysman, E. Wenger, and V. Wulf, Eds., Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, pp. 265-286.



N. Pedro is an Educational Psychologist and Researcher, Assistant Professor at the Institute of Education - University of Lisbon. Presently teaching E-learning and Research Methods in Post-graduate programs. Main research fields are Teachers' professional satisfaction and motivation, Teacher training in ICT, integration of learning management systems in educational context. Neuzza's current research interests are related to Teacher Professional Development, E-learning, Innovative teaching practices, 21st Century Skills and new learning theories, Social network analysis and online communities.



J. F. Matos is a Professor of Education at the Institute of Education-University of Lisbon. Coordinator of the Innovation and ICT Centre at the Faculty of Sciences of University of Lisbon. Coordinator of Doctoral Program on ICT in Education and Master Degree in E-learning. Director of the Learning, Technology, Mathematics and Society Research Group. João Filipe has developed research mainly in Mathematics Education, ICT integration in curriculum, Educational software application and Research Methods. Current research interest are: ICT in educational contexts and teacher training, E-learning in Higher Education and College pedagogy, web-based environments drawing on theories of Situated learning in Communities of Practice and Activity Theory.

Figura 1: Matriz sociométrica das interações

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	Σ	
S1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
S2	0		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
S3	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	
S4	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S5	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
S6	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	2	0	13
S7	0	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	5	
S8	0	0	0	0	0	0	0		0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
S9	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
S10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	14
S11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2		1	2	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	1	19	
S12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
S13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
S14	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
S15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0		3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	3	0	14	
S16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	13	
S17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
S18	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	
S19	1	0	4	0	0	2	1	0	1	1	3	1	0	1	1	0	1	0		0	0	1	2	1	1	2	0	2	0	0	26	
S20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
S22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	4	
S23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	1	0	0	0	0	0	0	2	
S24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	
S25	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	5	0	0	0	0	8	
S26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0		0	1	0	0	5		
S27	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0		0	0	0	8	
S28	1	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	1	0	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0		3	0	21		
S29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3		0	14	
S30	1	0	1	0	0	1	1	0	1	11		11		1	11		10	1		0	1		11	1		1	1	11		1	23	
Σ	4	1	4	1	0	12	1	0	7	18	8	2	4	5	15	15	7	3	14	0	2	5	5	2	1	7	9	18	18	1		

Capítulo 27

Las TIC como Soporte para la Mejora de la Calidad en la Educación Infantil

Rubén Míguez, Juan M. Santos, *Member, IEEE* y Luis Anido, *Member, IEEE*

Title—ICT as Support to the Improvement of the Quality of Child Education.

Abstract—In the last years there has been a growing interest in the promotion and enhancement of the educational processes that take place in early childhood education. A careful planning and personalization of the learning opportunities is a key factor to improve the quality of the education. This paper describes the main features of a ICT-based system that supports the observation, monitoring, evaluation and planning in early care settings. Use of semantic technologies is proposed in order to improve the relevance of the recommendations made by the system.

Keywords—childhood education, evaluation, planning, semantic web

Abstract—Durante los últimos años se ha incrementado el interés por el fomento y mejora de los procesos educativos que tienen lugar en la educación infantil. Una adecuada planificación y personalización de las oportunidades de aprendizaje, es un factor clave en la mejora de la calidad de la enseñanza. En este artículo se describen las principales características de un sistema que a través de las nuevas tecnologías, facilita los procesos de observación, seguimiento, evaluación y planificación en el ámbito. La aplicación de tecnologías semánticas se propone para mejorar la precisión de las recomendaciones realizadas por el sistema.

Keywords— educación infantil, evaluación, planificación, web semántica.

Este trabajo fue presentado originalmente al V Congreso Iberoamericano de Telemática, CITA 2009

Rubén Míguez es profesor invitado del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (tfn: +34 986 81 40 73; e-mail: rmiguez@det.uvigo.es).

Juan M. Santos es profesor del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (e-mail: jsgago@det.uvigo.es).

Luis Anido es catedrático del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo (e-mail: lanido@det.uvigo.es).

I. INTRODUCCIÓN

Las sociedades modernas se encuentran inmersas en un importante proceso de transformación de sus políticas educativas referentes al cuidado y la educación en el ámbito infantil. Ambos aspectos, desarrollados tradicionalmente por motivos históricos de forma independiente [1], son tratados ahora por los gobiernos desde una perspectiva única con el fin de satisfacer las demandas de la ciudadanía. Recientes estudios muestran los beneficios a corto y largo plazo de una escolarización temprana de calidad [2][3][4], lo que unido a factores derivados de las políticas de igualdad e inclusión social, han convertido a éste en un ámbito clave dentro de las políticas educativas de las administraciones públicas.

La calidad del entorno en el que tienen lugar los procesos educativos es un elemento clave para un correcto desarrollo de las capacidades del niño/a [5]. El contexto educativo, la formación de los profesores y la implicación de las familias en las actividades realizadas por los niños/as son factores clave en una educación de calidad [6]. Por otra parte, desde el punto de vista del niño/a, la calidad de la enseñanza vendrá determinada por la sensibilidad y receptividad de la educación recibida a sus necesidades particulares. Cobra así especial importancia el papel del adulto como planificador, tutor y guía de las actividades educativas. Familias y centros son co-responsables de la educación de los niños/as, por lo que deben actuar como un equipo en las labores de planificación y desarrollo de las actividades, a través de un conjunto de actitudes, expectativas y métodos de trabajo comunes [7]. Tanto el hogar como los centros educativos conforman un aula virtual en la que el niño experimenta, aprende y desarrolla nuevas habilidades día a día. La observación, registro y discusión de los progresos alcanzados en ambos entornos es un elemento clave a utilizar en la planificación de nuevas experiencias adecuadas al grado de desarrollo e intereses del niño/a.

La utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) puede desempeñar un papel crucial en estos procesos. En particular, este artículo presenta las

principales líneas de diseño de un sistema, orientado a padres y educadores, que facilita la evaluación, seguimiento y planificación de actividades de aprendizaje. En función del grado de desarrollo del niño, su capacidad y los objetivos de aprendizaje prefijados, el sistema es capaz de ofrecer, de forma automatizada, recomendaciones de actividades.

En la primera sección de este artículo se hace una breve descripción de las características diferenciadoras de la educación infantil respecto a otros entornos educativos. Posteriormente, se presentan los objetivos del sistema y los principales actores y relaciones establecidas entre éstos. Con el fin de mejorar la precisión, relevancia y prestaciones de los servicios ofertados se realiza una descripción semántica del dominio, detallándose en el apartado V el modelo semántico desarrollado y en el apartado VI el marco arquitectónico que da soporte al sistema. Finalmente se presentan las conclusiones consideradas de mayor relevancia para el lector.

II. LA EDUCACIÓN INFANTIL

En la actualidad existe un amplio abanico de programas educativos en el ámbito de la educación infantil impulsados por gobiernos y departamentos de educación de distintos países. A pesar de la obvia existencia de diferencias de enfoque y metodología, la idea subyacente es la misma: crear una comunidad educativa en la que el aprendizaje sea visto como una experiencia social, primariamente interactiva y experimental, que sirva como antesala a la educación obligatoria e introduzca a los niños en la sociedad. En este sentido, el objetivo fundamental es lograr hacer cumplir los principios de Delors [8]: “Aprender a ser, aprender a hacer, aprender a aprender y aprender a vivir juntos”.

Cualquier planteamiento de actuación en este campo debe hacerse teniendo en consideración las características peculiares que hacen a la educación infantil única respecto a niveles educativos superiores. Los siguientes subapartados describen brevemente cada uno de estos aspectos.

A. Escenario Educativo

Una de las principales características de la educación infantil es que tiene lugar en un marco educativo enormemente fragmentado y heterogéneo, no ya al hablar de distintos países, sino incluso dentro de un mismo país. Factores como su carácter no obligatorio, un escaso financiamiento público o la ausencia de proyectos educativos normalizados, han contribuido a esta situación. Centros educativos financiados con capital público y/o privado, cuidadores particulares con dispar grado de formación, ludotecas, grupos de apoyo y familiares, conforman un heterogéneo escenario educativo lleno de matices y soluciones particulares adoptadas en base a las necesidades particulares de cada país [9]. A modo de ejemplo, en el Reino Unido y considerando únicamente el rango de edad 0-3, existen los siguientes servicios de educación infantil [10]: private day nursery, childminder, nanny, parent and toddler group, family

centre, y early excellence centre .

Un escenario educativo tan fragmentado en el que cada entidad dispone de un conjunto de aptitudes, recursos, formación y capacidades altamente diferenciados, y en el que se carece de un proyecto educativo común, hace que exista una gran variabilidad en la calidad de la educación recibida por la población infantil. Por este motivo, dotar al sistema de herramientas que favorezcan la creación de un marco de observación, valoración y evaluación común es una de las prioridades básicas de los gobiernos en el ámbito.

B. Características Distintivas

El principal elemento diferenciador de la educación infantil es la caracterización del niño/a como alumno [7]. Los niños/as sufren en estas edades un muy rápido crecimiento y desarrollo personal motivado por su curiosidad natural innata y las actividades y juegos realizados bajo la supervisión de los adultos. A pesar de existir el auto-aprendizaje, son altamente dependientes, en especial en edades tempranas, de la guía y soporte emocional ofrecido por padres y educadores, necesitando de un entorno familiar y estable, donde se combinen rutinas predecibles con nuevas sorpresas y desafíos diarios. Cada niño tiene su propio ritmo y estilo de maduración, desarrollo y aprendizaje que dependerá del entorno, sus capacidades e intereses.

Los niños presentan además dificultades para mantener su concentración en una misma actividad durante períodos prolongados de tiempo, adaptándose especialmente bien a sus peculiares características el aprendizaje a través del juego. Videojuegos y recursos multimedia que combinan educación y entretenimiento (edutainment) tienen una amplia aceptación entre la población infantil [11].

La literatura especializada identifica comúnmente un conjunto de áreas de desarrollo básicas para el niño [12]: i) desarrollo psicomotor; ii) desarrollo emocional, personal y social; iii) desarrollo cognitivo; iv) bienestar y salud; v) capacidad creativa y comunicativa y vi) conocimiento del entorno. Los progresos en estas áreas pueden ser observados tanto en el aula como en el hogar, por lo que cobra especial importancia en este ámbito la comunicación hogar-centro y la participación de las familias en las actividades realizadas por sus hijos [13]. Además, y debido a la heterogeneidad de este escenario educativo, existe en general una amplia variabilidad en el nivel de formación y capacidades de los profesionales del ámbito, lo que repercute negativamente en la calidad de la educación impartida [14]. Especialmente relevante es el bajo grado de formación en TIC que presentan estos profesionales [15], lo que ha llevado a las instituciones a desarrollar programas específicos de sensibilización y formación.

C. La Evaluación en la Educación Infantil

La evaluación de los progresos alcanzados es una parte vital de la rutina diaria en las escuelas infantiles que tiene lugar a medida que los adultos escuchan, observan e interactúan con

los niños. Una adecuada evaluación permite adaptar las actividades educativas a las necesidades e intereses del niño, facilitando el desarrollo de sus habilidades y promoviendo un marco común de discusión y encuentro entre familias y educadores [16]. En la actualidad, y con el fin de facilitar esta labor conjunta y la posterior incorporación del currículo del niño a la educación primaria, los gobiernos están elaborando guías y marcos normalizados de evaluación en base a la edad del niño y el área de desarrollo considerada.

El proceso de evaluación consta de una serie de pasos (Figura 1), estrechamente relacionados entre sí, que parten de la observación, registro y valoración de las actividades realizadas por el niño. En base al estudio y discusión de los informes de resultados se extraen conclusiones y nuevas líneas de actuación reflejadas finalmente en la planificación de las actividades a realizar. La reflexión es el elemento central de todo este proceso. Forma parte integral de cada una de las etapas y permite identificar qué métodos proporcionan mejores resultados para un determinado niño y adaptar las actividades en consecuencia.

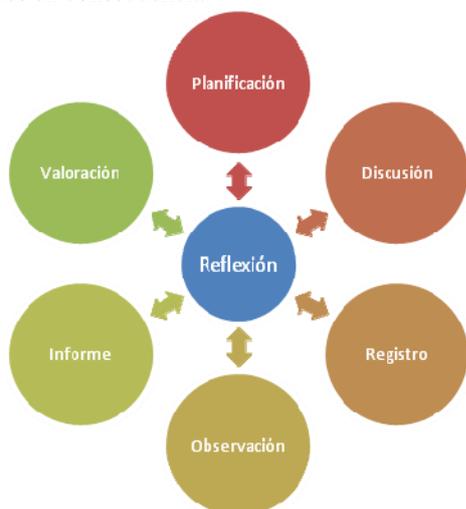


Fig. 1. Etapas del proceso de evaluación en la educación infantil

III. UNA HERRAMIENTA DE SOPORTE A LA EVALUACIÓN Y PLANIFICACIÓN

Con el fin de homogeneizar y mejorar la calidad final de la educación recibida por los niños/as en un escenario educativo tan heterogéneo como el presentado en el apartado II, se propone el uso de las TIC como soporte a los procesos de seguimiento, evaluación y planificación en la educación infantil.

El objetivo final a alcanzar consiste en el desarrollo de un sistema distribuido que permita el registro de los progresos evolutivos de los niños/as de forma automatizada y facilite las tareas de observación, evaluación y planificación de nuevas actividades en base a las necesidades específicas de cada niño/a. Estas tareas tienen lugar tanto en el ámbito familiar como el escolar, por lo que las aplicaciones desarrolladas deben dar soporte a ambos entornos. En este sentido, el sistema funcionará como un nexo de unión hogar-aula,

creando un entorno virtual único donde los niños pueden aprender y experimentar mediante el juego, mientras que familias y educadores pueden colaborar e intercambiar impresiones sobre los progresos alcanzados por éstos. Adicionalmente, el sistema fomentará la participación colaborativa de profesionales y familias, así como la utilización de recursos multimedia en los portfolios de los niños y en la formación de padres y educadores.

Para lograr estos objetivos se han identificado una serie de hitos parciales necesarios para su consecución:

- Definición de un currículo electrónico basado en estándares específicamente diseñado teniendo en consideración las necesidades y características de los niños en esta franja de edad.
- Desarrollo de un mecanismo que facilite a los expertos del dominio la especificación de escenarios y perfiles de evolución susceptibles de dar lugar a trastornos del desarrollo.
- Definición de un marco arquitectónico que favorezca la interoperabilidad entre dispositivos electrónicos de diversa índole.
- Modelado de un sistema que permita el tratamiento automatizado de la información capturada y la planificación automática y personalizada de las actividades de aprendizaje.
- Desarrollo de un sistema que permita a familias y educadores añadir y gestionar observaciones, recursos audiovisuales e informes relativos a las actividades llevadas a cabo por los niños.
- Desarrollo de un agente software encargado de supervisar y analizar los perfiles evolutivos de los niños e identificar y notificar acerca de aquellos considerados “de riesgo”.
- Desarrollo de un sistema colaborativo que facilite la adición de nuevas propuestas de actividades educativas, así como la edición y valoración de las pre-existentes.

Para dar respuesta a estos objetivos será preciso utilizar un variado conjunto de especificaciones, tecnologías y dispositivos. En particular, y para incrementar el grado de interoperabilidad de la solución propuesta, el modelado de la información se realiza conforme a especificaciones, estándares y modelos de referencia del ámbito del e-learning publicadas por instituciones de normalización como el IMS, AICC o el IEEE [17]. Esta interoperabilidad es potenciada además mediante la descripción semántica de las entidades de mayor relevancia que participan en el sistema. Adicionalmente, el disponer de un modelo semántico permite mejorar la precisión de las búsquedas, expresadas en forma de consultas semánticas personalizadas, y obtener conocimiento adicional no explícito gracias al empleo de motores de inferencia.

Se pretende además, en la medida en que esto es posible, normalizar el desarrollo de los distintos módulos que componen el sistema desarrollado. Por ello, para su concepción se han tenido en consideración los resultados de marcos arquitectónicos definidos en el ámbito internacional

por proyectos como OKI [18] o e-Framework [19].

Finalmente, y dado que se pretende crear un nexo de unión entre hogares y centros, es importante que el dispositivo final utilizado sea accesible, de fácil uso y amplia difusión. En este sentido creemos que los últimos avances producidos en el campo de la televisión interactiva son de gran interés en este ámbito, debiendo permitir el sistema final el acceso transparente desde un ordenador personal o un aparato de televisión. Dispositivos comunes en el salón del hogar como las consolas (e.g. Nintendo Wii) o los Home Theater PCs son considerados dispositivos de acceso de especial interés.

IV. MODELO DE REFERENCIA

Un modelo de referencia es un marco abstracto en el que se identifican las relaciones más importantes establecidas entre las entidades de un entorno dado [20]. A partir del estudio del dominio, entrevistas mantenidas con expertos y personal de las escuelas infantiles, y la propia experiencia previa de los autores en el ámbito [21], se ha procedido a la identificación del conjunto básico de entidades que conforman el sistema (Figuras 2 y 3). Entre los actores considerados se encuentran: niños (en el rango 0-6 años), familias (padres, abuelos, hermanos, etc.), educadores (responsables de la educación y planificación de las experiencias de aprendizaje) y especialistas en el área de la educación infantil (pediatras, logopedas, psicopedagogos, etc.).

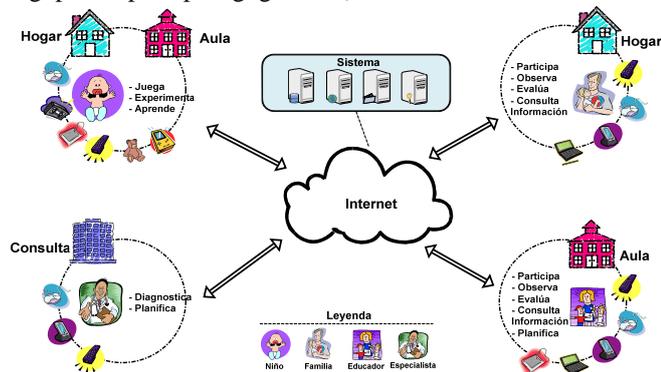


Fig. 2. Actores identificados en el sistema

El sistema sirve de nexo de unión entre los distintos actores que interactúan entre sí a través de una capa de servicios distribuidos on-line. Se ofrece de este modo un entorno virtual, compartido por los distintos usuarios, en el que se pueden diferenciar las siguientes entidades lógicas:

- *Registrador* - Se encarga de mantener un histórico de las actividades llevadas a cabo por los niños (utilizando diferentes dispositivos electrónicos) en un formato normalizado.
- *Evaluador* - Valora, adapta e introduce los resultados de las actividades en el perfil del niño conforme a un modelo de evaluación normalizado. Dicha valoración puede ser cuantitativa (e.g. progreso de nivel dentro de una determinada escala de evolución) o cualitativa (e.g. registro de un contenido creado por el niño en su portfolio).
- *Gestor de Perfiles* - Permite a padres, profesores y

especialistas editar y añadir nuevas entradas al perfil del niño (observaciones, progresos, fotografías y vídeos de actividades, etc.).

- *Gestor de Actividades* - Facilita la consulta de las actividades educativas, la información relacionada con ellas (recursos adicionales, consejos de aplicación, experiencias similares, etc.) y la edición colaborativa y valoración de éstas.
- *Generador de Informes* - Recopila la información seleccionada de un perfil o grupo de perfiles, ofreciéndola de forma visualmente atractiva al usuario.
- *Detector de Trastornos del Desarrollo* - Analiza los perfiles almacenados en busca de posibles situaciones de riesgo de subdesarrollo en alguna disciplina de conocimiento y notifica de esta situación a educadores, padres o especialistas. Un conjunto de reglas, modificables en tiempo de ejecución, permiten definir con precisión lo que un sistema determinado considera "situación de riesgo".
- *Recomendador* - Ofrece una serie de actividades educativas consideradas adecuadas para el niño en base al conocimiento mantenido por el sistema sobre éste: actividades previamente realizadas, intereses, grado de desarrollo, etc. Cuando un niño utiliza el sistema de forma autónoma el recomendador trabaja en modo automático. En este modo, las actividades a realizar son seleccionadas en base a un conjunto de objetivos de aprendizaje inferidos a partir de su perfil. Por el contrario, cuando el recomendador es utilizado por educadores y padres es posible especificar una serie de objetivos de aprendizaje concretos a alcanzar. El sistema devuelve en este caso una lista de actividades adecuadas para alcanzar dichos objetivos.
- *Planificador* - Ofrece un conjunto de rutas de aprendizaje personalizadas conformadas en base a las actividades seleccionadas por el sistema recomendador y una serie de criterios como el tiempo disponible, el entorno y los objetivos de aprendizaje.
- *Gestor de Grupos* - Permite definir grupos de individuos que serán tratados como una unidad por los sistemas de recomendación y planificación. Esto facilita por ejemplo la definición de recomendaciones de actividades considerando las capacidades y logros de todos los niños de un aula.

V. MODELO SEMÁNTICO

El sistema propuesto precisa de la definición de un modelo semántico completo que le dé soporte. En nuestro caso particular, el conocimiento inherente del dominio ha sido formalizado mediante un conjunto de ontologías OWL-DL [22] que describen diferentes aspectos individuales de éste (e.g. perfil del alumno, actividades educativas, etc.). La construcción de estas ontologías se ha basado en las pautas y guías establecidas por METHONTOLOGY [23], mientras que para la definición de sus principales conceptos se ha partido de la terminología propuesta por especificaciones y estándares relevantes en el campo de las tecnologías del aprendizaje, así como términos y clasificaciones comúnmente utilizados por

los departamentos de educación de distintos países. A través de estas descripciones normalizadas, los sistemas de recomendación, planificación y detección son capaces, gracias al soporte de motores de inferencia, de obtener nuevo conocimiento y realizar precisas consultas semánticas sobre la información almacenada por el sistema.

A. Descripción de las Competencias de Aprendizaje

La adecuada definición de las competencias del niño/a es uno de los pilares fundamentales del sistema de evaluación. Esta propuesta utiliza como base para la definición de esta ontología la escala de evaluación definida por la Early Years Foundation Stage (EYFS) [16]. Esta escala considera 6 grandes áreas de desarrollo divididas a su vez en un total de 13 subcategorías distintas. Para cada una de estas categorías se consideran diferentes etapas de evolución numeradas en una escala del 1-9, donde niveles más altos hacen referencia en

general a mayores desarrollos en las competencias del niño. Esta información se ha modelado tomando como base el esquema ofrecido por la especificación IMS-RDCEO [24]: *Identifier, Title, Description* y *Definition*. RDCEO considera la división de *Definition* en *Model Source* y *Statement*, siendo preciso extender en nuestro caso la especificación de este último para poder representar con exactitud la información recopilada por la tabla de evaluación de la EYFS. En particular se han añadido los siguientes elementos: *Scale Value, Competence Covered, Knowledge Topic, Recommended Age, Related Resource*. Aunque el último campo no tiene correspondencia en la escala publicada por la EYFS, se ha considerado de interés para el sistema puesto que nos permite relacionar una determinada competencia con uno o más recursos con información adicional sobre ella, como por ejemplo vídeos explicativos o pautas y guías de aplicación.

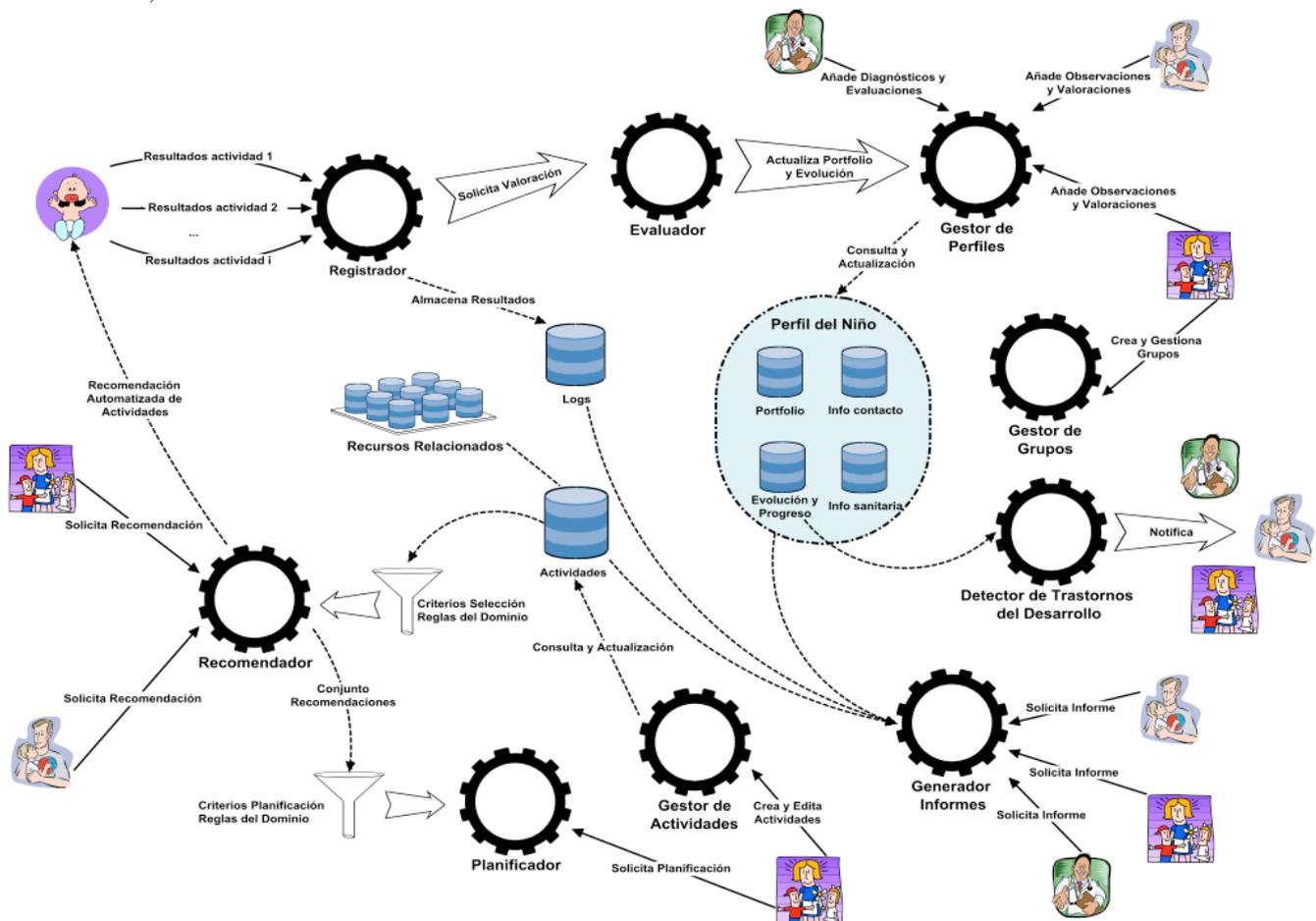


Fig. 3. Relación entre las entidades del sistema

A. Descripción del Alumno

En el marco de esta propuesta se consideran 4 elementos básicos que conforman el perfil de un niño: i) información de contacto, ii) información sanitaria, iii) portfolio y iv) desarrollo evolutivo. Para la modelización de las dos últimas categorías se ha tomado como referencia dos especificaciones del IMS: LIP [25] y e-Portfolio [26], habiéndose realizado las

adaptaciones y consideraciones precisas para su uso en la educación infantil (e.g. en este ámbito no tiene aplicación la categoría QCL identificada por IMS-LIP). Entre las clases de mayor relevancia consideradas por esta ontología se encuentran: *Identification, Learning Objective, Interest, Competency, Affiliation, Accesibility, Relationship, Product, Health Record*.

El sistema, a partir del estudio de los valores recogidos en

el perfil, puede adaptar su comportamiento. Así, por ejemplo, si los registros sanitarios muestran un claro sobrepeso, se prioriza la recomendación de actividades que requieran movilidad por parte del niño/a.

B. Descripción de las Actividades

El modelado de las diferentes actividades educativas gestionadas por el sistema se ha realizado tomando como base de partida los esquemas de metadatos Dublin Core [27] y LOM [28]. Al igual que en los casos anteriores, se han seleccionado de estos esquemas únicamente aquellos elementos estrictamente necesarios, extendiéndose y añadiendo nuevas propiedades en caso de juzgarse preciso. En particular, se han identificado los siguientes elementos: *Identifier, Title, Abstract, Description, Background, Topic, Creator, Duration, Recommended Age, Requisite, Environment, Type, Adult Support, Learning Goal y Related Resource* (Figura 4).

Dada la particular importancia de la guía de los adultos en este ámbito, se ha definido un campo específico que indica si una actividad determinada puede ser realizada o no por los niños de forma independiente. Se facilita además la categorización de actividades en función de su carácter (excursiones, encuentros con las familias, juegos, festividades, canciones, etc.) a través del elemento *Type*. Otras variables como el entorno, objetivos de aprendizaje, duración o categoría son también consideradas. Asimismo, es importante definir con precisión los requisitos necesarios para el desarrollo de la actividad, dentro de los cuales se ha establecido una subclasificación en: i) *Competency*, competencias que el niño debe dominar para realizar la actividad; ii) *Resource*, recursos necesarios para su ejecución que pueden ser de carácter ser técnico, material o humano; iii) *Family*, indica el tipo de implicación precisa por parte de los familiares.

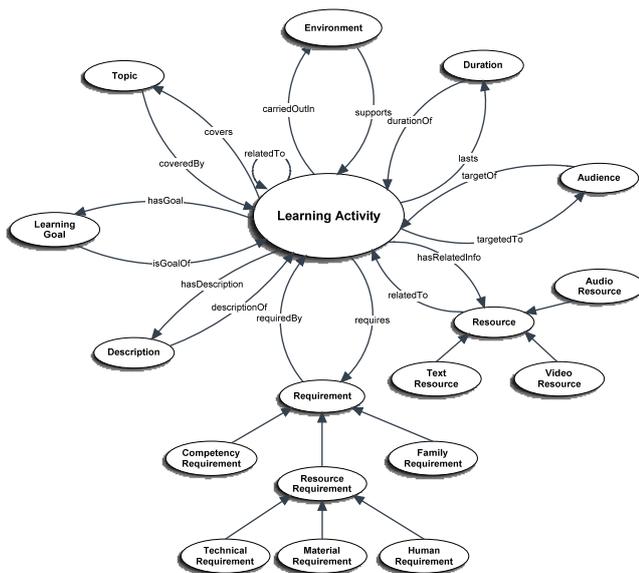


Fig. 4. Vista parcial de la ontología de Actividades de Aprendizaje

C. Definición de Reglas

La propuesta presentada hace uso de un motor de inferencia que utilizando una serie de reglas lógicas predefinidas y la información almacenada en el sistema es capaz de extraer y añadir nuevo conocimiento a éste. Algunas de estas reglas pueden ser descritas mediante los mecanismos provistos por la lógica descriptiva, y por tanto mediante construcciones sintácticas OWL-DL. Sin embargo, hay ocasiones donde la expresividad de este lenguaje es excesivamente limitada y es preciso utilizar reglas tipo Horn que expresaremos mediante el lenguaje de reglas semántico SWRL [29].

El primer tipo de reglas es utilizado al definir las características y propiedades de los elementos que conforman la ontología. A modo de ejemplo, la definición de la propiedad covers como transitiva:

```
<owl:TransitiveProperty rdf:ID="covers">
    <rdfs:domain rdf:resource="#Competence"/>
    <rdfs:range rdf:resource="#Competence"/>
</owl:TransitiveProperty>
```

permite al sistema inferir automáticamente que: si una competencia A abarca todos los aspectos descritos por otra competencia B, y ésta a su vez los de una C, entonces A también abarca a C.

Utilizando reglas SWRL podemos completar este razonamiento. Si la competencia A es añadida al perfil de un niño/a, entonces el sistema infiere automáticamente que las competencias B y C también son conocidas y por tanto pueden añadirse a su perfil, es decir:

```
Child(?x) ^ Competence(?y) ^ isAbleOf(?x,?y) ^ covers(?y,?c) ->
    isAbleOf(?x,?c)
```

En ocasiones, esta expresividad adicional no basta y deben utilizarse extensiones (built-ins) específicas de SWRL o soluciones particulares aportadas por los motores de inferencia para expresar algunas de las reglas y condiciones presentes en el dominio. Las inferencias obtenidas mediante estos procedimientos deben ser utilizadas con precaución puesto que pueden conducir a situaciones de no-monotonidad, es decir, la conclusión extraída puede dejar de ser cierta en caso de adición de nuevo conocimiento. A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de reglas que permite detectar un bajo desarrollo en el área lingüística de un niño/a de 4 años:

```
Child(?x) ^ hasAge(?x,?age) ^ swrlb:greaterThan(?age,?3) ^
    swrlb:maxCompetenceValue(?value,?x,"Language") ^
    swrlb:lessThan(?value,?3) -> LanguageUnderdevelopment(?x)
```

VI. MARCO ARQUITECTÓNICO

La Arquitectura de Referencia consiste en una descomposición del Modelo de Referencia en los componentes software que implementan la funcionalidad definida por el modelo, junto con el flujo de datos que se intercambia entre ellos. En los siguientes apartados se describe brevemente el marco arquitectónico definido para el sistema propuesto.

A. Estructura de Capas

El sistema ha sido desarrollado en base a una arquitectura SOA fuertemente influenciada por las guías de diseño pautadas por el IMS Abstract Framework [31] y el IEEE LTSA. Se considera una división de los servicios en 3 capas jerárquicamente distribuidas, en las que cada una utiliza la funcionalidad proporcionada por servicios de la capa inmediatamente inferior. Sobre esta capa de servicios se ha definido una capa adicional, la capa de Agentes, que proporciona un conjunto de nuevas funcionalidades descritas a un nivel mayor de abstracción (Figura 5):

- Capa de Servicios de Infraestructura - facilita la comunicación y transacciones punto a punto.
- Capa de Servicios Comunes - ofrecen un conjunto de funcionalidades multidisciplinares (e.g. servicios de autorización, autenticación, gestión de grupos, etc.).
- Capa de Servicios del Dominio - proporciona las funcionalidades específicas del dominio considerado. Se engloban en esta capa servicios de gestión de perfiles y portfolios, valoración de resultados, seguimiento y evolución del alumno, etc.
- Capa de Agentes - engloba una serie de módulos software independientes encargados de gestionar tareas complejas como la adaptación de la interfaz de usuario o la planificación de actividades.

B. Modelado de Servicios y Agentes

A partir de un detallado estudio del dominio y usando como referencia los resultados de los proyectos e-Framework y OKI, se han identificado y seleccionado un conjunto de servicios que satisfacen las necesidades funcionales del sistema (Figura 5). Para cada uno de estos servicios, se define de manera formal su funcionalidad a través de un documento OSID (*Open Service Interface Definition*), reutilizándose las especificaciones desarrolladas por OKI en aquellos casos en que esto es posible (e.g. *Assessment* y *Authentication OSIDs*). Cada servicio es categorizado en una de las 3 capas definidas en el apartado anterior, pudiendo beneficiarse de las funcionalidades provistas por los servicios de capas inferiores.

Utilizando esta capa de servicios distribuidos y en base a las tareas identificadas en el apartado V, se desarrolla un conjunto de agentes capaces de darles soporte: *Register*, *Evaluation Agent*, *Profile Manager*, *Activity Manager*, *Reporter*, *Notifier*, *Recommender*, *Planner* y *Group Manager*. Adicionalmente se propone un agente adicional, el *User Agent* encargado de adecuar el comportamiento del sistema al dispositivo de acceso (PDA, ordenador personal, televisión interactiva) utilizado por el usuario. Finalmente, y tomando como modelo la arquitectura definida por SIF [36], se ha definido un elemento central, el *Core Communication System* (CCS) responsable de verificar, gestionar y monitorizar el intercambio de información que se establece entre los componentes del sistema, así como de la gestión de los mecanismos de autenticación, autorización, registro y orquestación entre servicios.

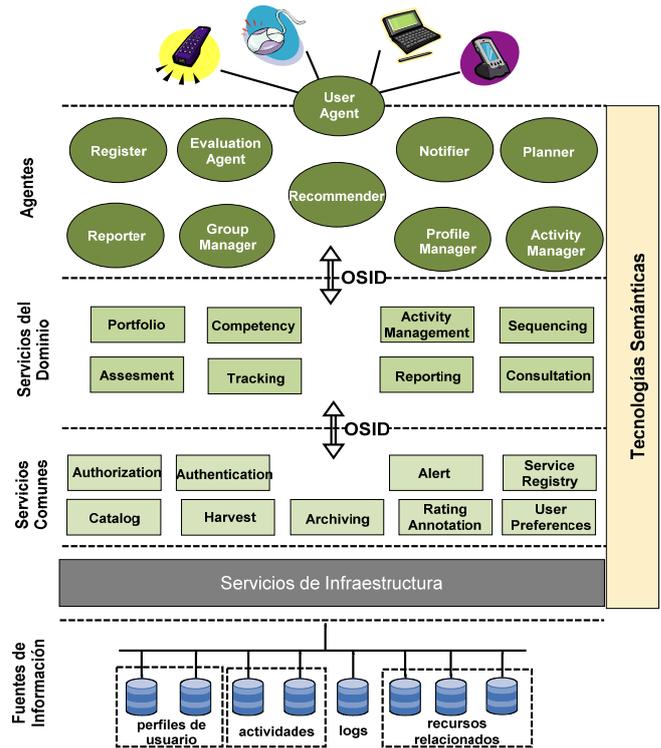


Fig. 5. Estructura de capas del sistema propuesto

VII. CONCLUSIONES

En los últimos años, una de las principales prioridades establecidas en la agenda de los gobiernos ha sido el desarrollo de políticas educativas que fomentan una educación infantil accesible y de calidad. En este sentido, un adecuado seguimiento y observación de los progresos de los niños, unido a un cuidadoso proceso de planificación de las actividades basado en los intereses, necesidades y aptitudes de éstos, es un factor esencial para la mejora de la enseñanza. En este artículo se han presentado las principales guías de diseño de un sistema que mediante el uso de las TIC es capaz de dar soporte a estos procesos. La provisión de un entorno de trabajo de estas características permite paliar algunas de las carencias y problemáticas identificadas en el ámbito como la elevada fragmentación y heterogeneidad del escenario educativo, la disparidad en la formación de los cuidadores o la falta de proyectos educativos normalizados. Hogar y aula forman un entorno virtual único, donde todas las actividades y progresos de los niños son registradas, fomentándose la participación de las familias en las tareas de observación y evaluación.

El sistema final debe ser capaz de adaptarse de forma automática a las características y necesidades particulares del niño. Las tecnologías semánticas juegan un papel relevante en este proceso, habiéndose desarrollado un modelo semántico normalizado que da soporte a las actividades de recomendación, personalización y planificación. Disponer de un modelado de estas características permite además el desarrollo de mecanismos automatizados de análisis de perfiles y detección temprana de trastornos del desarrollo, lo

que puede facilitar en gran medida la labor de especialistas y profesionales del ámbito.

Desde el año 2006 los autores han participado en distintos proyectos de investigación orientados a la paulatina introducción de las TIC en la “Rede Galega de Escolas Infantís” [21][32][33]. Gracias a la colaboración de la administración y personal educativo de estas escuelas, el prototipo desarrollado será testado en un entorno real en distintos centros distribuidos a lo largo de la geografía gallega.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el programa eContentplus ECP 2007 EDU 417008 (www.aspect-project.org), un programa Comunitario multianual cuyo objetivo es crear contenidos digitales más fácilmente accesibles, usables y explotables. Igualmente, queremos agradecer a la Xunta de Galicia su financiación parcial a este trabajo a través del proyecto 09SEC035322PR.

REFERENCIAS

- [1] J. Bennet, “Early childhood education and care systems in the OECD countries: the issue of tradition and governance”, *Encyclopedia on Early Childhood Development*, 2008
- [2] C. Wylie, E. Hodgen, H. Ferral and J. Thompson, “Contributions of early childhood education to age-14 performance”, *New Zealand Council for Educational Research*, 2006
- [3] NSCDC, “A science-based framework for early childhood policy. Using evidence to improve outcomes in learning, behaviour, and health for vulnerable children”, 2007
- [4] L. Mitchell, C. Wylie and M. Carr, “Outcomes of early childhood education: literature review”, *New Zealand Council for Educational Research*, 2008
- [5] P. Sammons et al, “Influences on children’s cognitive and social development in year 6”, 2008
- [6] K. Sylva, E. Melhuish, P. Sammons, I. Siraj-Blatchford, B. Taggart and K. Elliot, “The effective provision of pre-school education project: findings from the pre-school period”, 2003
- [7] Learning and Teaching Scotland, “A curriculum framework for children 3 to 5”, 1999
- [8] J. Delors et al, “Learning: The Treasure Within”, UNESCO, 1998
- [9] OECD, “Starting Strong II: Early Childhood Education and Care”, 2006
- [10] T. Bertram and C. Pascal, “The OECD thematic review of early childhood education and care: background report for the United Kingdom”, OECD, 1998
- [11] S. Walldén and A. Soronen, “Edutainment. From television and computers to digital television”, *University of Tampere Hypermedia Laboratory*, May 2008
- [12] Qualifications and Curriculum Authority, “Early years foundation stage. Profile handbook”, 2008
- [13] Department for children, schools and families, “The impact of parental involvement on children’s education”, 2008
- [14] NICHD Early Child Care Research Network, “Child-care structure>process>outcome: Direct and indirect effects of child-care quality on young children’s development” *Psychological Science*, vol. 13(3), pp.199–206
- [15] KINDERET, “Continuing training of early childhood nurseries: practices and models”, 2005
- [16] Department for Children, Schools and Families, “Practice guidance for the early years foundation stage”, May 2008
- [17] L. Anido, J. Rodríguez, M. Caeiro and J.M. Santos, “Observing standards for web-based learning from the Web”, *ICCSA 2004. LNCS*, vol. 3044. Springer, Heidelberg, 2004
- [18] Eduworks Corporation, “What is the Open Knowledge Initiative?” *Whitepaper*, 2002
- [19] E-Framework, Sitio web: <http://www.e-framework.org>, Último acceso: 14 Marzo, 2009

- [20] OASIS, “Reference model for service oriented architecture 1.0”, *Committee Specification 1*, August 2006
- [21] L. Anido, R. Míguez, and J. Santos, “Computers and Advanced Technology in Early Childhood Education”, *CATE 2008*, October 2008
- [22] D.L. McGuinness, and F. van Harmelen, “OWL Web Ontology Language Overview”, *W3C Recommendation*, 2004
- [23] M. Fernández, A. Gómez and A. Sierra, “Building a chemical ontology using Methontology and the Ontology Design Environment”, *Intelligent Systems*, vol. 14, 1999, pp. 37–45
- [24] IMSGC, “IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective - information model. Version 1.0”, *IMS Specification*, 2002
- [25] IMSGC, “IMS Learner Information Packaging information model specification. Version 1.0”, *IMS Specification*, 2001
- [26] IMSGC, “IMS ePortfolio Information Model. Version 1.0”, *IMS Specification*, 2005
- [27] DCMI, “Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1”, *DCMI Recommendation, Dublin Core Metadata Initiative*, 2006
- [28] IEEE. “Standard for Learning Object Metadata”, *IEEE LTSC*, 2002
- [29] I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, H. Boley, S. Tabet, B. Groszof, M. Dean: “SWRL: A semantic web rule language combining OWL and RuleML”, *W3C Member Submission*, 2004
- [30] IMSGC, “IMS Abstract Framework” *Whitepaper*, 2003
- [31] SIFA. “SIF. Implementation Specification 2.2”, 2008
- [32] L. Anido, J. Santos and R. Míguez, “Introducción de las TIC en la educación infantil de 0 a 3 años”, *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, vol. 6, 2007, pp. 3–17
- [33] R. Míguez, L. Anido and J. Santos, “Posibilidades del uso de las TIC en la educación Infantil 0-3. Un caso práctico: Galescolas.net”, *EDUTECH*, 2008



Rubén Míguez Pérez es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad de Vigo (2007). Desde esa fecha colabora con el Departamento de Ingeniería Telemática de dicha universidad en calidad de profesor invitado. En la actualidad realiza su tesis doctoral desarrollando nuevos servicios interactivos para familias y profesionales de la educación en el ámbito de la educación infantil. Sus líneas de investigación prioritarias se centran en el desarrollo y despliegue de nuevos servicios de e-learning en el hogar, así como la localización personalizada y provisión de recursos de aprendizaje mediante la utilización de tecnologías semánticas.



Juan M. Santos es Ingeniero de Telecomunicación (1998) y Doctor Ingeniero de Telecomunicación (2008) por la Universidad de Vigo. Desde 1999 forma parte, actualmente como Profesor Contratado Doctor, del Departamento de Ingeniería Telemática de dicha universidad, donde imparte docencia en asignaturas relacionadas con la programación y la arquitectura de ordenadores y la inteligencia artificial. Ha participado en numerosos proyectos de I+D+i, tanto de carácter nacional como internacional, fundamentalmente en el ámbito del aprendizaje electrónico. Sus líneas de investigación principales se centran la estandarización y en el uso de las tecnologías semánticas en el ámbito del e-learning.



Luis Anido Rifón es Ingeniero de Telecomunicación (1997) en las especialidades de Telemática y Comunicaciones y Doctor Ingeniero de Telecomunicación (2001) por la Universidad de Vigo (sobresaliente cum laude por unanimidad). Actualmente es Catedrático en el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad de Vigo y ocupa el puesto de Director del Área de Formación e Innovación Educativa de dicha universidad. Ha recibido varios premios del W3C y la Real Academia de las Ciencias, siendo autor de más de 180 artículos en revistas y conferencias de prestigio. Ha sido gestor del programa TIC dentro del plan gallego de I+D+i (INCITE) y en la actualidad es secretario técnico del grupo CTN71 SC36 de la Asociación Española para la Estandarización y la Certificación (AENOR) y representante de la delegación española en el ISO/IEC JTC1 SC36.

Capítulo 28

Uso de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TICs) en la Docencia sobre Heridas Crónicas en Enfermería

Cristina Castanedo Pfeiffer y J.M. Zamanillo Sainz de la Maza, *Member, IEEE*

Title—Use of the Communication Information Technologies (CITs) for the Teaching of Chronic Wounds in the Nursing and Sanitary Areas.

Abstract—This paper address a novel and valuable e-learning project developed between the University of Cantabria, and the pharmaceutical company Smith & Nephew. For first time in Europe, a complete master course about chronic wounds has been carrying out by professionals, for professional and post-graduate students in the nursing and sanitary areas. The advanced course is the result of six years effort from personnel of the University of Cantabria and the above mentioned pharmaceutical company. Authors, show in the paper the importance of the communication and information technologies CITs to properly fit and complete the formation of the sanitary professionals, using e-learning and remote platforms, as well as guaranteeing that the offered formation achieves the required degree of quality education.

Keywords— Education, e-learning, European higher education area reforms, chronic wounds, nursery, WebCT-blackboard virtual teaching tools.

Este trabajo fue presentado originalmente en el XXIV Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio (URSI 2009) celebrado en el Palacio de la Magdalena de Santander, Cantabria (España) en Septiembre de 2009 [1].

Cristina Castanedo Pfeiffer es enfermera y profesora Titular del Dpto. de Enfermería de la Universidad de Cantabria en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla. Avda. de Valdecilla, 25, C.P. 39008 Santander, Cantabria, España (e-mail: cristina.castanedo@unican.es).

José-María Zamanillo Sainz de la Maza es Director del Aula de Imagen y Sonido dependiente del Vicerrectorado de Difusión del Conocimiento y Participación Social de la Universidad de Cantabria y profesor Titular del Dpto. de Ingeniería de Comunicaciones de la citada Universidad en la ETSII y Telecomunicación. Plaza de la Ciencia s/n Edificio de I+D+i Telecomunicaciones, C.P. 39005 Santander, Cantabria, España (e-mail: jose.zamanillo@unican.es).

Este trabajo ha sido financiado parcialmente entre la Universidad de Cantabria y la compañía farmacéutica Smith & Nephew. Los autores quieren agradecer a D. Francisco Ramos Martín e Iván Sarmiento Montenegro pertenecientes al CeFONT (Centro de Formación de Nuevas Tecnologías de la Universidad de Cantabria dependiente del vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa), la colaboración prestada en la realización de este trabajo.

Resumen— Este documento aborda una nueva y valiosa herramienta de e-learning, o proyecto de aprendizaje desarrollado entre la Universidad de Cantabria, y la compañía farmacéutica Smith & Nephew. Por primera vez en Europa y en los países de habla hispana, un curso de enseñanza de postgrado acerca de las heridas crónicas ha sido llevado a cabo por profesionales, para estudiantes graduados y post-profesionales en la enfermería y áreas sanitarias. El curso avanzado es el resultado del esfuerzo realizado durante seis años por el personal de la Universidad de Cantabria y el de la compañía farmacéutica mencionada anteriormente. Los autores muestran en éste documento de la importancia de las tecnologías de información y comunicaciones (TICs) para adaptar de forma adecuada y complementar la formación de los profesionales sanitarios, utilizando el “e-learning” y las plataformas informáticas de acceso remoto, para poder garantizar que la formación ofrecida alcanza el grado necesario de una educación de calidad.

Palabras Clave— Educación, e-learning, Espacio Europeo de Educación Superior, heridas crónicas, enfermería, herramientas de enseñanza virtual WebCT-blackboard.

I. INTRODUCTION

LA disponibilidad generalizada de las denominadas tecnologías de información y comunicaciones TICs, así como la implantación del espacio europeo de educación superior EEES en el ámbito universitario español abre un extenso abanico de posibilidades para la creación y desarrollo de nuevos modelos pedagógicos que se adapten a los cambios que la sociedad actual está experimentando. Los avances en todos los campos de las telecomunicaciones y la telemática, relacionadas íntimamente con el desarrollo y expansión de las citadas tecnologías, pueden ser considerados sin lugar a dudas uno de los motores de esta modernización en los métodos de enseñanza, en cualquier área de conocimiento.

El cuidado avanzado de heridas constituye un ámbito de conocimiento interdisciplinar cuyo cuerpo de conocimiento va avanzando de una manera constante, por lo que la formación postgraduada es un instrumento de gran ayuda para la formación continuada de los profesionales y su adaptación a

nuevos enfoques metodológicos y científico-técnico [2-3]. Internet, así como las plataformas virtuales desarrolladas por la Universidad de Cantabria, como el Campus Virtual [4-5] ofrecen grandes posibilidades para la formación avanzada al reducir las distancias, facilitando la interacción entre docentes y discentes, y permitiendo la inclusión de contenidos audiovisuales que favorecen la interacción del alumnado con el material docente. Estos prerrequisitos son de gran importancia en la definición de la enseñanza relacionada con el cuidado avanzado de las heridas crónicas. Mediante el presente trabajo se demuestra, que la formación a través de Internet y de enseñanza no-presencial puede ser de alta calidad y cumplir con las necesidades del ámbito temático de las heridas crónicas, mediante la utilización de la herramienta docente virtual como es WebCT-Blackboard y el soporte del Aula Virtual de la Universidad de Cantabria. Por otra parte, enfermería ha sido un colectivo que ha hecho de Internet, ya desde su inicio, una importante herramienta para el debate y la difusión de conocimiento [6-7], pero hasta donde los autores conocen, es en la presente comunicación, donde se muestra el único curso de postgrado interactivo sobre el tratamiento de las heridas crónicas en Europa y Latinoamérica.

II. METODOLOGÍA DOCENTE

El curso está organizado por el Departamento de Enfermería de la Universidad de Cantabria y más concretamente por el área de Enfermería Geriátrica en directa y estrecha colaboración con la división de curación de heridas de Smith & Nephew, realizándose durante cinco ediciones. En el mismo han participado, alumnos postgraduados, de todo el territorio Español y países latinoamericanos siendo el número máximo de plazas de 50 por edición.

El título al que se accede tras la realización del curso ha sido el de Master Universitario de la Universidad de Cantabria y la expedición del título acreditativo está supeditado a la superación de las diversas pruebas de evaluación, dentro de un proceso continuo de evaluación, y al cumplimiento del trabajo personal asignado a los alumnos, verificando de esta manera la normativa propuesta por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) de obligado cumplimiento para las universidades ubicadas en territorio de la Unión Europea. En esta evaluación continua se dispone de herramientas como exámenes y ejercicios de cada módulo de aprendizaje diseñadas *ad-hoc*. Además, se complementa mediante pruebas de autoevaluación basadas en test interactivos, foros de discusión, evaluación continua, videoconferencia y participación de los alumnos, en la resolución de casos clínicos reales y otras herramientas virtuales contenidas en la herramienta desarrollada bajo entorno WebCT.

A. Contenido del curso

El material docente de base del que se partió para la realización del curso, es el contenido del curso *Global Wound Academy*, desarrollado a nivel internacional por Smith & Nephew. El personal docente e investigador de la Universidad de Cantabria ha revisado, contextualizado y adaptado este

material a las necesidades de formación postgraduada sobre heridas crónicas en la actualidad. El curso de postgrado consta de diferentes clases de elementos como los que se citan a continuación:

- a) Módulos temáticos e imágenes interactivas de aprendizaje.
- b) Test Interactivos.
- c) Casos Clínicos.
- d) Foros de discusión.
- e) Acceso a tutorías permanentes.
- f) Correo electrónico.
- g) Biblioteca de Enlaces.

Durante las dos primeras ediciones en las que el curso se ha realizado bajo la denominación de "Experto Universitario" han existido seis módulos temáticos de aprendizaje. Posteriormente, y al crearse un título propio de maestría o *master*, bajo las directrices del EEES se ampliaron los contenidos así como los módulos de aprendizaje y de evaluación continua. En la tabla 1 se muestran en detalle cada uno de los módulos temáticos desarrollados.

B. Pruebas de autoevaluación interactivas

Integrados dentro de cada módulo y en más del 50% de las páginas electrónicas que los conforman, existen una serie de test o pruebas de autoevaluación interactivas con más de 15 preguntas de opción múltiple en los que el alumno puede autoevaluarse.

A modo de ejemplo, en la Fig. 1 se muestra uno de los casos desarrollados.

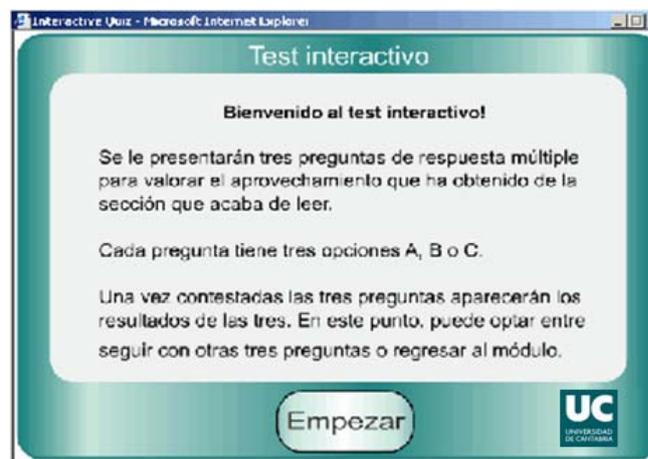


Fig. 1. Ejemplo de uno de los test de evaluación interactiva.

Estos test, de autoevaluación son útiles para que el alumno pueda valorar de una forma continua su propio aprendizaje y adelantar su ritmo o por el contrario detenerse en aquellos temas en los que se demuestra a sí mismo que tiene dificultades. Además, las respuestas de estos test están razonadas de manera automática tras ser señaladas adecuadamente por parte del alumno, dadas las facilidades de autocorrección de la plataforma WebCT-Blackboard utilizada como vehículo en el desarrollo de la aplicación informática.

TABLA I
MODULOS DOCENTES DESARROLLADOS

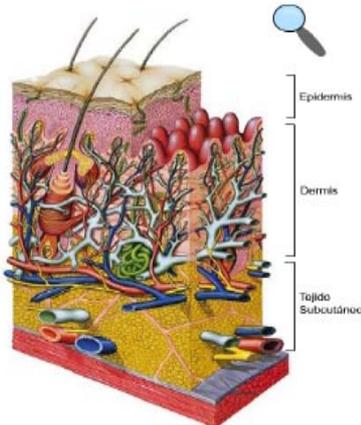
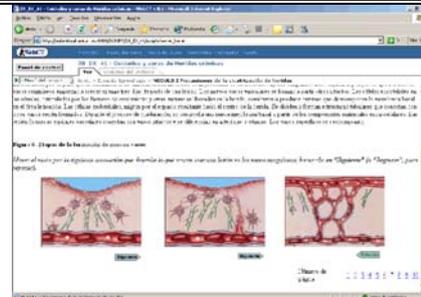
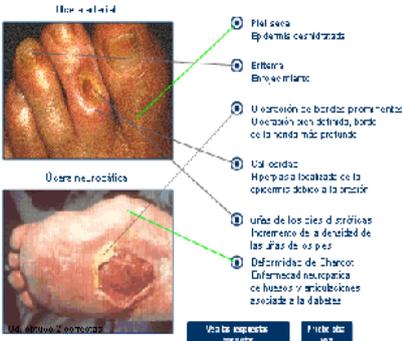
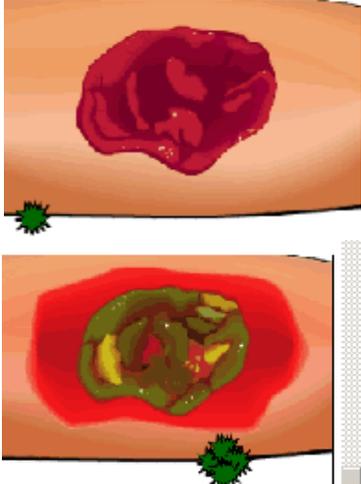
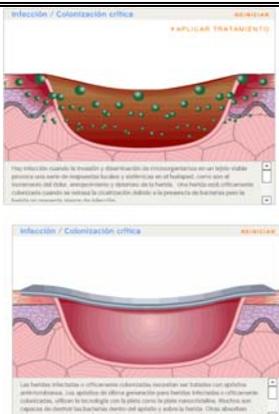
Módulo	Objetivos Específicos	Contenidos Docentes
	<p>Módulo 1: Estructura de la piel y de la sangre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Describir la estructura y funciones de la piel. • Identificar las células de tejido conectivo y sus funciones. • Distinguir los componentes de la sangre y su papel en la curación de heridas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de la piel. • Epidermis, dermis, y tejido subcutáneo. • Composición de la sangre, componentes celulares
	<p>Módulo 2: Mecanismos de la curación de herida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diferencias entre regeneración y reparación. • Describir la respuesta vascular del organismo ante una herida aguda. • Identificar la función del proceso inflamatorio en la actividad inmunodefensiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Regeneración, reparación, respuesta vascular, coagulación de la sangre, inflamación, defensa inmunitaria, formación de tejido nuevo
	<p>Módulo 3: Valoración del paciente con heridas crónicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir e integrar las directrices generales de la valoración de los pacientes con heridas crónicas o con riesgo de padecerlas 	<ul style="list-style-type: none"> • Profundizar en el conocimiento sobre los distintos aspectos relacionados con el cuidado de los pacientes • Definición de los diferentes tipos de úlceras, etiología, características clínicas
	<p>Módulo 4: Preparación del Lecho de la Herida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los principales procesos celulares y moleculares de la cicatrización normal de una herida. • Manejar adecuadamente el desbridamiento de la herida. • Identificar los factores que contribuyen al control del exudado de la herida 	<ul style="list-style-type: none"> • Epitelización, formación de la cicatriz y remodelación • Preparación del lecho de la herida. • Desbridamiento, mantenimiento del equilibrio bacteriano, signos y síntomas de la infección en una herida • Efectos de la infección en una herida crónica

TABLA I (CONTINUACIÓN)
MODULOS DOCENTES DESARROLLADOS

Módulo	Objetivos Específicos	Contenidos Docentes
<p>Cura en ambiente húmedo * REVISAR EL ESTADO DE UNA HERIDA HUMEDA</p> <p>Control de la humedad * REPLICAR TRATAMIENTO</p>	<p>Módulo 5: Elección del producto y apósitos de cura.</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir el concepto de cuidado avanzado. Integrar las directrices generales de prevención y tratamiento. Profundizar en las últimas evidencias científicas sobre la elección del producto de cura. 	<ul style="list-style-type: none"> Fisiopatología. Determinación del riesgo Clasificación y Estadios de las heridas crónicas Directrices generales de prevención y tratamiento. Formación y educación Sanitaria
	<p>Módulo 6: Prevención y tratamiento de las úlceras por presión (UPP).</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar los factores que contribuyen a la aparición de UPP. Integrar las directrices generales de prevención y tratamiento. Profundizar en las últimas evidencias científicas sobre los aspectos relacionados con los cuidados de las UPP 	<ul style="list-style-type: none"> Fisiopatología de las úlceras por presión (UPP), determinación del riesgo. Clasificación y estadios de las úlceras por presión Directrices generales de prevención y tratamiento. Alivio de la presión Formación y educación sanitaria
<p>Vendajes compresivos multicaña El vendaje de compresión elástica multicaña de 4 capas proporciona un tipo de compresión sostenida y gradual tanto en reposo como al caminar.</p>	<p>Módulo 7: Úlceras Vasculares</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar los signos que diferencian las úlceras venosas y arteriales, así como otro tipo de úlceras de pierna. Reconocer y aplicar la prevención y el tratamiento adecuado para su resolución 	<ul style="list-style-type: none"> Úlceras Vasculares: venosas, arteriales y mixtas. Diagnóstico diferencial, características clínicas. Valoración del paciente y de la lesión. Abordaje Terapéutico. Formación y educación sanitaria.
<p>Prueba del procedimiento monofilamentoso VOLVER A EMPEZAR Quedan 10 zonas</p> <p>Arrastre el monofilamento en cualquier zona para comprobar en todo el pie del paciente desde todos los ángulos y poder revisar todo el pie.</p>	<p>Módulo 8: Prevención y tratamiento del pie diabético</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir el Concepto y la etiología del pie diabético. Identificar la influencia de la diabetes en el proceso de cicatrización. Profundizar en las últimas evidencias científicas sobre los cuidados de las personas diabéticas. Aplicar el Cuidado y tratamiento del pie diabético 	<ul style="list-style-type: none"> Definición, Etiología, características clínicas. Determinación y factores del riesgo. Diabetes y cicatrización. Valoración del paciente y de la lesión, diagnóstico diferencial. Prevención y abordaje terapéutico.

TABLA I (CONTINUACIÓN)
MODULOS DOCENTES DESARROLLADOS

Módulo	Objetivos Específicos	Contenidos Docentes
	<p>Módulo 9: Control y tratamiento de la Infección,</p> <ul style="list-style-type: none"> Definir el concepto de carga bacteriana y herida crónica Identificar e interrelacionar carga bacteriana y cicatrización. Integrar las directrices generales de prevención y tratamiento de las Infecciones. Profundizar en las últimas evidencias científicas sobre los cuidados y el mantenimiento limpio de las heridas 	<ul style="list-style-type: none"> Fisiopatología de las úlceras por presión (UPP), determinación del riesgo. Clasificación y estadios de las UPP Directrices generales de prevención y tratamiento. Alivio de la presión Formación y educación sanitaria

C. Casos Clínicos

Los casos clínicos constituyen una herramienta docente de gran utilidad en la que los alumnos resuelven situaciones basados en casos reales. Los casos están complementados con fotografías, videos y cuestionarios específicos como el mostrado en la Fig. 2.

En las diferentes ediciones del curso que se han desarrollado, se han incluido dos casos clínicos interactivos, así como de otros dos casos que son realizados y seguidos en su totalidad, por el profesorado del curso y basados en casos reales surgidos de la experiencia del profesorado, atendiendo a este tipo de patologías en el hospital universitario Marqués de Valcédilla de Santander.

Una vez estudiados los cuestionarios de evaluación de los alumnos estos casos son los que más dificultad han planteado a los mismos, pero también son los que mayor grado de satisfacción les han aportado y de los que más han aprendido. Lo que nos ha llevado a continuar trabajando en esta línea ampliando el número de casos con situaciones basadas en la realidad de nuestro país y de nuestro entorno de trabajo.

D. Correo electrónico

El e-mail o correo electrónico ha demostrado ser una herramienta fundamental en el desarrollo de las dos primeras ediciones del curso, ya que al tratarse de una actividad virtual ha sido el nexo de unión y el medio de contacto natural entre docentes y discentes. A través de esta herramienta el alumno ha podido expresar todas las dudas, en cualquier momento y sin límites geográficos ni de horarios, obteniendo una respuesta en un tiempo no superior a 48 horas. De esta manera, cada alumno ha recibido una media de 32 correos, llegando a establecerse una excelente relación y seguimiento a través del correo electrónico.



Fig. 2 . Ventana de ejemplo de un caso clínico.

E. Foros de discusión

Esta herramienta se abrió en la segunda edición del curso, aunque se puso en marcha casi mediado el curso y en él no participaron todos los alumnos; a raíz de su implantación podemos destacar que ha sido una muy buena experiencia ya que es la herramienta donde más libres se sentían los estudiantes.

El foro de discusión del curso les ha permitido intercambiar experiencias y opiniones entre ellos y establecer nuevas inquietudes y discusiones acerca de la atención del paciente con úlceras crónicas, adaptando las áreas temáticas a sus lugares de trabajo y a sus centros de interés.

El foro ha sido muy útil como herramienta de feed-back o retroalimentación sobre el progreso y el nivel del alumnado para los organizadores del curso. Además, los alumnos participantes en las diferentes ediciones del curso han aportado muchas ideas en el mismo, con lo cual ha sido posible mejorar la realización del mismo. Por otro lado, la apertura del foro de discusión ha hecho que los alumnos y profesores intercambien opiniones y dudas en los foros más que a través del correo, con lo que algunos aspectos de las tutorías se compartían con todos los alumnos implicados. De esta forma se ha reducido el número de correos electrónicos en hasta un 30%, reduciéndose a una media de 22 correos electrónicos en las ediciones en que el foro ha estado activo.

F. Ampliación de conocimientos y enlaces de interés

En la sección de Ampliación de conocimientos y enlaces de interés, se han buscado aquellas páginas de Sociedades Internacionales relacionadas con las úlceras por presión (UPP) y las heridas crónicas de mayor proyección, estos enlaces son fundamentalmente anglosajones y están en inglés, aunque también se ha incluido un enlace con el Grupo nacional de estudio y asesoramiento en UPP y heridas crónicas (GNEAUPP) [8], donde se pueden consultar todos sus documentos y descargar aquellos que al alumno le puedan ser de mayor interés. La ventaja fundamental de este enlace que indudablemente es el de mayor uso por los profesionales de habla hispana, del sector.

G. Animaciones, applets de java y herramientas inteligentes

Para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se ha dotado a la aplicación basada en plataforma WebCT de características adicionales, como son animaciones de cómo se origina el proceso de los diferentes tipos de heridas lo cual facilita la comprensión por parte del alumno de este tipo de mecanismos. En la misma línea se han desarrollado herramientas basadas en applets de java y animaciones en Adobe Macromedia Flash™ como el maniquí o dummy virtual con el cual el alumno puede situar el maniquí en diferentes posturas tal como lo realizaría en las prácticas presenciales de laboratorio con un maniquí, o en el mundo real con un paciente. Además, se ha desarrollado alguna



Fig. 3. Página de acceso a través de la Web al Aula Virtual de la Universidad de Cantabria (<https://aulavirtual.unican.es/default.aspx>).

herramienta virtual más, como es el organizador de rayos X mostrado en la figura 2 para analizar un caso clínico. Este tipo de herramientas han sido muy bien valoradas por el alumnado por su simplicidad en cuanto a su manejo y por facilitar en gran medida la comprensión de la teoría asociada a los complejos procesos de formación tratamiento de las heridas crónicas.

III. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL ALUMNADO

El curso de master desarrollado utiliza la infraestructura común a otros cursos del Aula Virtual de la Universidad de Cantabria [3], en la que diferentes departamentos imparten programas docentes a distancia y dentro del Campus Virtual compartido del grupo G9 de universidades. El Grupo 9 de Universidades es una asociación sin ánimo de lucro que engloba a nueve universidades españolas, estando formada por las Universidades Públicas de Cantabria, Castilla La Mancha, Extremadura, Islas Baleares, La Rioja, Navarra, Oviedo, País Vasco y Zaragoza.

Una vez admitidos al curso, a los alumnos se les asigna un nombre de usuario y una contraseña para poder acceder al mismo vía telemática a través del portal del Aula Virtual de la Universidad de Cantabria tal como se muestra en la figura 3.

La permanencia en el curso está limitada temporalmente, así como la secuencia de cumplimentación de contenidos, por parte de los alumnos. Estos, se encuentran tutorizados en todo momento por profesores de la Universidad de Cantabria, el equipo de soporte informático del aula virtual y del centro de formación de nuevas tecnologías de la propia universidad (CeFONT), así como la ayuda de los especialistas clínicos de la división de curación de heridas de Smith & Nephew.

Además de los ejercicios interactivos, que como se ha comentado con anterioridad, existen en todos los módulos de aprendizaje, se realiza un examen on-line de cada módulo. La corrección de dichos exámenes se realiza con retroalimentación por profesorado universitario, en un plazo máximo de 24 horas con lo cual el alumno puede ver los resultados y los comentarios del profesorado, rápidamente.

Una vez se terminan los módulos de aprendizaje, la

realización y entrega de los casos clínicos basados en casos reales, se lleva a cabo un examen final, donde se incluye todo tipo de material que se ha manejado en el curso, tanto los contenidos de los diferentes módulos, los casos clínicos, material de enlaces, (fundamentalmente del GNEAUPP), así como algunas de las preguntas que han creado más participación y polémica por parte de los alumnos en el foro de discusión del propio curso.

Por último, el alumno debe de entregar su proyecto de trabajo final vía telemática y éste se corrige conjuntamente por el equipo docente, el cual valora, desde la adecuación del tema a la pertinencia del mismo, presentación y contenidos de cada uno de los apartados.

La herramienta docente ha sido desarrollada mediante la aplicación WebCT-Blackboard de la cual la Universidad de Cantabria dispone de una Licencia de Campus para su utilización. Dicha aplicación, permite al profesorado efectuar un seguimiento exhaustivo del alumno, pudiéndose visualizar aspectos como: cuantas veces entra el alumno en el curso, el tiempo que permanece en cada sesión, y ayudarle en caso de retraso en el período de aprendizaje, así como abordar otros aspectos de formación y el seguimiento que nos permite obtener una información precisa de las necesidades docentes cada uno de los alumnos.

Por otra parte, se ha dado la posibilidad a aquellos alumnos que lo han deseado en hacer el seguimiento de un caso clínico real en su ámbito de trabajo contando con la colaboración de los especialistas clínicos de zona, del departamento clínico de Smith & Nephew, esta opción ha tenido un éxito creciente a lo largo de cada edición sobre todo para los alumnos procedentes de Latinoamérica.

Para conocer en detalle la satisfacción de los alumnos con la herramienta y el curso en general, al final del mismo se les efectúa una encuesta anónima en la que pueden mostrar su opinión personal y sugerencias. En la figura 4 se muestra la estadística de los accesos en porcentaje a las páginas por parte de los alumnos durante el curso 2008-2009. De una población de 51 alumnos se realizaron más de 11000 accesos a la aplicación telemática y se mostraron

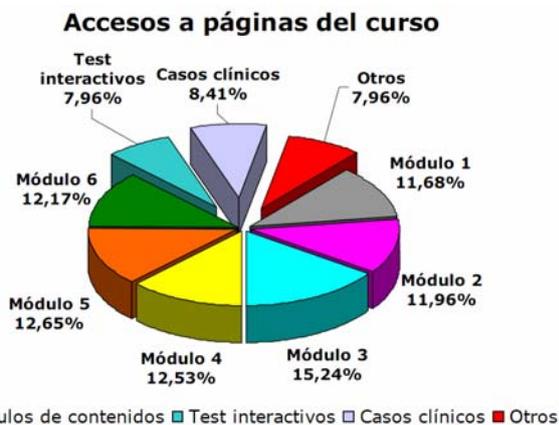


Fig. 4. Accesos a los diferentes modelos docentes durante el curso 2008-2009. (Fuente Aula Virtual de la Universidad de Cantabria)

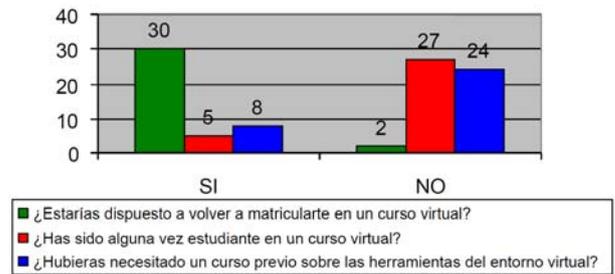


Fig. 5. Resultados de la encuesta de satisfacción del alumnado durante el curso 2008-2009. (Fuente Aula Virtual de la Universidad de Cantabria)

mas de 3000 gráficos y animaciones en java.

A modo de ejemplo en la figura 5 se muestran los resultados de la encuesta de satisfacción efectuada en el curso 2008-2009 por los propios alumnos. De la información expuesta en la figura se deduce que casi un 60% del alumnado volvería a cursar un curso virtual de características similares al mostrado en este trabajo.

IV. CONCLUSIONES

En el caso de la atención integral a las heridas crónicas, Internet y el curso tratado en este trabajo han demostrado ser herramientas docentes de gran utilidad que permiten combinar de manera eficaz contenidos teóricos y prácticos en una plataforma atractiva, robusta y de fácil utilización por parte del alumnado.

La aplicación desarrollada en WebCT-Blackboard, en el entorno del Aula Virtual de la Universidad de Cantabria demuestra que la formación virtual puede ser todo lo formal que se pretenda, y aplicable en diferentes áreas de conocimiento como es el caso de enfermería tratado en la presente comunicación.

Como aspecto positivo, es destacable, la flexibilidad para que presentada para el alumno de la herramienta aquí mostrada, en cuanto a la posibilidad de compatibilizarlo con otras actividades: laborales, de formación presencial y vida familiar. Todo ello es reafirmado mediante encuestas de satisfacción realizadas anónimamente on-line por la propia Universidad.

En el lado negativo es menester destacar que, a día de hoy, todavía existe gran cantidad de personal profesional con formación biosanitaria que desconoce, o presenta dificultades en el manejo de herramientas informáticas avanzadas. Por otro lado, existe un recelo a encontrarse solos frente al ordenador personal. Afortunadamente, este hecho desaparece en las primeras semanas de utilización de la herramienta virtual de aprendizaje, cuando se comprueba el seguimiento cercano del profesorado, así como la sencillez de manejo y robustez de la herramienta desarrollada.

Por último y no menos importante los autores quieren concluir que la relación entre la Universidad y la Empresa, tan habitual en otras áreas, como la ingeniería y poco explorada en enfermería, y áreas biosanitarias conduce a

proyectos de alto rendimiento como el tratado aquí, para formar profesionales con una cualificación superior a la que se podría proporcionar con la enseñanza tradicional.

REFERENCIAS

- [1] C. Castanedo Pfeiffer y J.M. Zamanillo Sainz de la Maza. "Uso de las TICs para la docencia sobre heridas crónicas en enfermería". XXIV Simposium nacional de la unión científica internacional de Radio URSI 2009, CD-ROM de actas, Santander, Sep. 2009. ISBN: 978-84-8102-550-7.
- [2] D.P. Kane. "Chronic Wound Healing and Chronic Wound Management. In: DL Krasner, GT Rodeheaver, and RG Sibbald (Eds), Chronic Wound Care: A Clinical Source Book for Healthcare Professionals", 4th edition. Malvern, PA: HMP Communications. 2007.
- [3] Escalona Orcao A. I., Los certales Palomar B. "Actividades para la enseñanza y el aprendizaje de competencias genéricas en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior". Prensas Universitarias de Zaragoza (2005).
- [4] J.M. Zamanillo., F. Ramos, I. Sarmiento. "Aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) en la Educación del S. XXI", XXI Simposium nacional de la unión científica internacional de Radio URSI 2006, CD-ROM de actas, pp 681-685, Oviedo Sep. 2006.
- [5] J.M. Zamanillo Sainz de la Maza y C. Castanedo Pfeiffer. "Academia global de heridas: una iniciativa de formación virtual surgida de la relación universidad-empresa". Desarrollo de grandes aplicaciones de red. V jornadas JDARE 2008. Grupo M. Universidad de Alicante Libro de Actas pp. 145-155.
- [6] Torra I Bou JE, "Internet (I) El futuro al alcance de nuestras manos". Rev Rol Enfermería 1995; 207: 13-18
- [7] Torra I Bou JE, "Internet (II) El futuro al alcance de nuestras manos". Rev Rol Enfermería 1995; 208: 57-61
- [8] <http://www.gneaupp.org/>
- [9] <http://www.blackboard.com/>



master oficial "Investigación en Cuidados" que se imparte en la

C. Castanedo Pfeiffer Es enfermera especialista en Enfermería Geriátrica y Gerontológica del hospital Universitario Marqués de Valdecilla en Santander, Cantabria (España) y profesora Titular en la Escuela de Enfermería de la Universidad de Cantabria. Perteneció al departamento de Enfermería de dicha Universidad y es profesora responsable de las asignaturas: Enfermería Geriátrica, Psicogeriatría y Ejercicio físico y calidad de vida en el anciano. Además, es responsable del

Universidad Complutense de Madrid y del master en Enfermería Geriátrica y Gerontológica que se imparte en la Universidad de Barcelona. Compatibiliza dichas actividades con la dirección del los siguientes cursos: Curso de Experto Universitario en "Heridas Crónicas" y Curso de Experto Universitario en "Enfermería Geriátrica y Gerontológica", ambos impartidos en la Universidad de Cantabria y que en el actual curso académico 2009-2010 celebran su sexta edición. Es pionera en España en la aplicación de las Tecnologías de Información y Comunicaciones en la enseñanza a distancia de la enfermería y en la actualidad está realizando su tesis doctoral en dicho tema. Ha publicado un libro-guía sobre la Intervención rápida en Enfermería Geriátrica, numerosos artículos científicos en revistas internacionales y congresos nacionales e internacionales.

J.M. Zamanillo Sainz de la Maza Nació en Madrid, España, en 1963. Recibió el título de Licenciado en Ciencias Físicas en la especialidad de



Electrónica por la Universidad de Cantabria, en 1988. Desde entonces ha estado trabajando, primero en el Departamento de Electrónica y actualmente en el Departamento Ingeniería de Comunicaciones (DICOM), ambos pertenecientes a la Universidad de Cantabria, dedicado a tareas docentes como profesor y realizando labores de investigación. Obtuvo su título de Doctor en 1996. Sus áreas de investigación incluyen el modelado lineal y no lineal de dispositivos de RF y microondas, así como el modelado de los canales de propagación y la aplicación de las TICs en la docencia de la Ingeniería. Ha participado activamente en diversos proyectos europeos ESPRIT y nacionales CICYT-TEC así como en proyectos con empresas españolas y europeas. Desde 1990 hasta 1999 fue profesor asociado de la Universidad de Cantabria, y desde Octubre de 1999 hasta febrero de 2003 ocupó una plaza de profesor a tiempo completo en la misma Universidad. Desde Febrero de 2003 es profesor Titular de Universidad en la UC, impartiendo docencia en el grado y posgrado de Ingeniería de Telecomunicación. Además, imparte cursos con regularidad sobre tecnologías multimedia y e-learning en el CeFONT (Centro de Formación de Nuevas Tecnologías) de la Universidad de Cantabria) dirigidos al profesorado universitario, así como cursos de extensión universitaria en el Aula de Imagen y Sonido de la Universidad de Cantabria. Desde enero de 2004 a enero de 2008 ha sido Director de los Cursos de Verano de la Universidad de Cantabria en Laredo. Desde enero de 2008 es Director del Aula de Imagen y sonido de la Universidad de Cantabria, y simultanea las tareas de gestión propias del cargo con la docencia y la investigación. Es miembro de la sociedad IEEE desde 2003 y revisor de varias revistas de dicha sociedad y de numerosos congresos científicos. Ha publicado un libro de televisión, y otro de sistemas de de telecomunicación, varios capítulos de libros sobre dispositivos de microondas y numerosos artículos científicos en revistas internacionales y congresos nacionales e internacionales.

Capítulo 29

Dialogicidade nas Ciências Exatas: Debates Síncronos e Assíncronos em AVA

Priscila Barros David e José Aires de Castro Filho

Title—Dialogicity in Hard Sciences: Synchronous and Asynchronous Debates in a LMS.

Abstract—This paper analyzes the dialogical characteristics of message exchanges in SOLAR LMS discussion forum and chat. The context of the research is a physics teacher pre-service course, taught at the blended mode, within the Open University of Brazil at UFC. The study was conducted with 12 students enrolled in the course and their tutor. 56 forum posts and 163 chat turns have been examined using Paulo Freire’s concept of dialogue. Results highlight the importance of Freire dialog to enable appropriate environments for student centered learning in distance education in the field of hard sciences.

Keywords—Dialog, Interaction, Hard Sciences.

Abstract—Este artigo analisa as características dialógicas de dois fóruns de discussão e um chat, com suporte no AVA SOLAR. O contexto da pesquisa é uma disciplina de Física, ministrada na modalidade semi-presencial, dentro do Programa Universidade Aberta do Brasil da UFC. Participaram do estudo 12 alunos matriculados na disciplina e seu tutor. As 56 mensagens dos fóruns e os 163 turnos do chat foram analisadas à luz do conceito de diálogo em Paulo Freire. Os resultados demonstram a relevância da dialogicidade freiriana na promoção de contextos favoráveis ao aprendizado de estudantes de EaD, da área de exatas.

Keywords—Diálogo, Interação, Ciências Exatas.

Este trabalho foi apresentado originalmente no XX Simpósio Brasileiro de Informática Educativa e apresenta parte dos resultados da Tese de Doutorado da autora P. B. David. A tese teve como título Interações Contingentes em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

Priscila Barros David é Professora Adjunta I no Instituto UFC Virtual, da Universidade Federal do Ceará (fax: 55-85-3366-9457; e-mail: priscila@virtual.ufc.br).

José Aires de Castro Filho é Professor Associado I no Instituto UFC Virtual, da Universidade Federal do Ceará (fax: 55-85-3366-9457; e-mail: aires@virtual.ufc.br).

I. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das tecnologias digitais tem viabilizado diferentes formas de expressão e interação social, aproximando as pessoas no que diz respeito à comunicação. A Internet agrega recursos (*e-mail*, fórum, *chat*, *blog* etc.) que viabilizam a troca de mensagens entre as pessoas, ainda que estejam separadas fisicamente umas das outras. Trata-se de um instrumento cada vez mais presente em nosso cotidiano e, ultimamente, vem funcionando como um importante recurso pedagógico em atividades educacionais a distância.

Estudiosos da EaD [1], [2] destacam a importância da interação em cursos ministrados nesta modalidade como uma forma de dirimir a distância física que envolve professores e alunos. O conceito de interação neste contexto tem sido muitas vezes referenciado como *diálogo*, a exemplo dos autores em destaque.

De acordo com [1], em atividades educacionais a distância há um espaço psicológico e comunicacional, por ele denominado *distância transacional*, que afeta profundamente os processos de ensino e aprendizagem, e que deve ser transposta por meio de procedimentos pedagógicos específicos. Em [1], o autor apresenta o diálogo como um desses elementos, que viabiliza um canal de comunicação aberto com o professor, favorecendo o engajamento dos estudantes nas atividades do curso, e contribuindo, assim, com o desenvolvimento dos seus conhecimentos.

O conceito de diálogo apresentado em [2] é bem próximo daquele proposto em [1], ou seja, representa “a interação linguística direta e indireta entre docentes e discentes” (p. 72). Em sua obra, este autor critica os métodos educacionais expositivos, os quais restringem a aprendizagem ao armazenamento de informações e/ou à reprodução de saberes. Para ele, a aprendizagem dialógica amplia as possibilidades didático-pedagógicas na EaD, permitindo aos estudantes irem além do simples contato com materiais didáticos pré-elaborados.

Embora ressaltem a importância do diálogo para o aprendizado de estudantes em cursos a distância, os teóricos citados anteriormente compreendem este fenômeno como um meio utilizado pelo professor para alcançar seus objetivos, ou seja, o diálogo é *medido* em função da técnica comunicacional adotada e do acesso que o aluno tem ao professor. Além disso, as dimensões humana e ética dessas relações não são discutidas, como também as contribuições que os demais participantes, envolvidos no mesmo processo educacional, podem oferecer.

É objetivo deste artigo compreender o diálogo numa perspectiva de valorização mútua, diluindo-se as hierarquias entre educadores e educandos [3]. A análise a ser desenvolvida será fundamentada nos pressupostos teóricos da educação dialógica freiriana, que concebe a profundidade e extensão das relações humanas como essenciais à construção de uma pedagogia autônoma e problematizadora.

Por outro lado, estudiosos de educação das ciências exatas têm se interessado por compreender o papel da interação em cursos a distância voltados para o seu contexto [4, 5]. As pesquisas apontam algumas dificuldades para o estabelecimento de processos interativos entre estudantes e professores de ciências naturais e matemática. Entre essas dificuldades destacam-se: as restrições para a representação simbólica, de forma escrita, nos ambientes virtuais de aprendizagem [4] e o predomínio de concepções pedagógicas pouco reflexivas e dialógicas [5]. Neste artigo, pretende-se afirmar a importância da dialogicidade em cursos a distância da área de exatas, a despeito dessas limitações.

Inicialmente, apresentaremos o conceito de diálogo na perspectiva de Paulo Freire, destacando seus fundamentos e aplicando-os à EaD. Em seguida, discutiremos algumas pesquisas da área de exatas que enfatizam o valor da interação entre os participantes de cursos a distância. Na sequência, propõe-se o objeto de estudo deste artigo, no qual foram sistematizados parâmetros de análise dentro dessa concepção dialógica, para observar as discussões síncronas e assíncronas de uma disciplina de Física.

II. DIALOGICIDADE EM PAULO FREIRE E SUA APLICAÇÃO À EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

Em um trabalho anterior, destacamos a atualidade da pedagogia freiriana assim como a relevância de seus fundamentos para o contexto da EaD [6]. O conceito de diálogo, segundo [3], é compreendido de forma mais ampla quando comparado às concepções trazidas por [1] e [2].

Com o objetivo de reduzir a chamada *distância transacional*, [1] discute a manifestação do diálogo em função de fatores como: a quantidade de pessoas envolvidas, os meios de comunicação utilizados, as áreas de conteúdo e os níveis acadêmicos dos interlocutores. O autor considera que há mais diálogo entre duas pessoas, ou seja, entre o professor e um aluno, do que entre o professor e um grupo de alunos. Neste sentido, embora argumente em favor do desenvolvimento de processos interativos na EaD, reforça práticas pedagógicas

tradicionais, nas quais o professor detém o domínio da palavra, orientando todo o processo educacional.

Semelhantemente, [2] demonstra uma forte ênfase na participação do professor em processos dialógicos. Para este teórico, o diálogo é um *recurso didático* que deve ser utilizado pelo professor de EaD, com seus alunos, de forma pessoal e em determinadas fases do processo educacional. Neste sentido, coloca o enfoque das relações educacionais no docente, como sendo o parceiro de orientação, ou seja, alguém que irá contribuir com a formação da competência comunicativa dos estudantes e capacitá-los para a discursividade.

A referência [1] também associa a manifestação do diálogo aos meios de comunicação utilizados pelos professores no sentido de agilizar a velocidade e a frequência das respostas que serão fornecidas aos alunos.

Contrariamente a esta concepção, [3] não compreende o diálogo de forma dependente do professor e dos meios que ele utiliza para se reportar aos alunos. A dialogicidade freireana opõe-se à concepções educacionais em que o professor é o centro do processo, valorizando a participação autônoma dos estudantes na construção de seus percursos de aprendizagem.

Por outro lado, enquanto [1] discute o diálogo em função das áreas de conteúdo e níveis acadêmicos dos interlocutores, afirmando haver mais possibilidade de diálogo entre estudantes de pós-graduação e ligados às ciências humanas, [3] associa a formação de um cenário propício ao aprendizado com a construção de relações humanas durante o ato educativo. Para este teórico, é a profundidade e extensão dessas relações que favorece a formação de contextos reflexivos, críticos e propícios ao exercício da dialogicidade.

O diálogo freireano possui cinco pressupostos que norteiam a comunicação entre os participantes do ato educativo: *amor, humildade, fé nos homens, esperança* e um *pensar crítico*. Esses elementos estão na base de uma educação dialógica e problematizadora.

Paulo Freire não oculta o senso de afetividade de sua pedagogia. Sem excluir a cognoscibilidade, a necessidade de formação científica e o domínio técnico do educador, compreende o *querer bem* aos educandos como algo que dá sentido à prática educativa [7]. É o que faz do educador um formador, mais do que um treinador ou transferidor de saberes. De acordo com [3]: “Não há diálogo se não há um profundo amor ao mundo e aos homens” (p. 91). Nesse sentido, há que se valorizar os conhecimentos, a cultura e as necessidades do ser humano no exercício de uma pedagogia libertadora.

Sentimentos de afetividade também podem ser praticados em trocas comunicativas da EaD. Apesar da centralidade na linguagem escrita, muitas ferramentas de comunicação oferecem recursos paralinguísticos (*emoticons*, caixa alta, repetição de sinais de pontuação etc.) que possibilitam aos interlocutores traduzirem suas emoções no texto das mensagens. Constatamos em outro estudo [8] que a linguagem praticada em listas e fóruns de discussão pedagógicos se aproxima de uma conversação ao apresentar fortes traços de

oralidade, embora se manifeste na forma escrita. Observamos que a presença de traços de oralidade, nas interações efetuadas por meio das ferramentas de comunicação da Internet, atesta sua utilidade como veículos promotores do diálogo.

A *humildade*, segundo fundamento da educação dialógica, representa a aceitação do outro, a capacidade de ouvi-lo, e um profundo respeito por suas ideias e pensamentos. Sobre essa atitude, [3] afirma: “A pronúncia do mundo, com que os homens o recriam permanentemente, não pode ser um ato arrogante” (p. 92). Nesse tipo de interação, a auto-suficiência dá lugar à humildade, o que significa estar aberto às contribuições do outro. Dialogar implica no desenvolvimento da capacidade de compreender-se mutuamente, da construção de um saber coletivo. Assim, os sujeitos dialógicos aprendem e crescem nas diferenças e no respeito a elas.

O sentimento de humildade na EaD começa com uma redefinição dos papéis de professores e alunos. A aprendizagem passa a ser centrada no estudante. Os educadores não detêm mais o monopólio do saber, mas devem posicionar-se como parceiros, oferecendo aos estudantes suporte e orientação para que desenvolvam seus conhecimentos. A figura do educador depositário de conhecimentos e do aluno receptor, assimilador passivo, perde sentido. Os monólogos devem, aos poucos, ser substituídos pelo aprender junto, pela troca interativa [8].

Conforme [3], o diálogo também envolve *fê nos homens*: “... *fê* no seu poder de fazer e de refazer. De criar e recriar. *Fê* na sua vocação de ser mais, que não é privilégio de alguns eleitos, mas direito dos homens” (p. 93). Para Paulo Freire, o homem dialógico acredita no potencial do outro, dando-lhe sempre a oportunidade de se colocar, de se posicionar criticamente, jamais cerceando a liberdade de expressão de seu interlocutor. Isso se opõe à chamada *educação bancária*, em que o educador se limita a depositar seus conhecimentos nos educandos, tirando destes e de si próprio a oportunidade de um aprendizado coletivo. O autor fala em *educabilidade* quando se refere a essa capacidade do ser humano de aprender sempre, de crescer, de desenvolver-se no contato com o outro [7]. Trata-se de uma educabilidade não somente para se adaptar a uma dada realidade, mas para nela intervir, recriando-a e transformando-a.

Na EaD, o princípio da *fê nos homens* está diretamente relacionado ao princípio da humildade, pois representa a valorização da autonomia dos estudantes. Na medida em que abre mão da imagem de *fonte única de conhecimentos*, o professor passa a valorizar os pontos de vista de seus alunos, estimulando-os a também se expressarem no espaço virtual. O professor deve criar um ambiente no qual o estudante se sinta em uma posição de igualdade e não de inferioridade frente a ele e aos demais participantes. Preocupado em estabelecer relações sociais no contexto da EaD, o professor se engaja na proposição de questões que incentivam os estudantes à interação. Dessa forma, passa a envolver todos os participantes, sem desconsiderar sua heterogeneidade e diversidade.

Outro pilar da educação dialógica é a *esperança*. Segundo

[3], “A esperança está na própria essência da imperfeição dos homens, levando-os a uma eterna busca. Uma tal busca, como já vimos, não se faz do isolamento, mas na comunicação entre os homens” (p. 94, 95). Na visão de Paulo Freire, o ser humano se encontra num estado de permanente construção, a qual não pode ser feita isoladamente, mas no diálogo entre os homens. O isolamento e a desesperança levam-nos a um estado de estagnação, prejudicial ao seu desenvolvimento.

O princípio da *esperança*, por sua vez, ressalta o poder de criação do *aluno on-line*, a consciência de que todos se encontram em um processo de construção coletiva de saberes, podendo contribuir igualmente com o aprendizado do grupo. O estudante deve ser estimulado a ampliar seus conhecimentos através da pesquisa em fontes que vão além dos materiais disponibilizados em um curso a distância. O espírito científico é um reflexo da consciência do inacabado que incentiva o aluno a navegar pelo mundo de informações contidas no ciberespaço, como também a pesquisar em outras fontes, trazendo os conteúdos à reflexão coletiva.

Por último, o autor defende o *pensar crítico* como um requisito indispensável à educação dialógica. Os indivíduos envolvidos no diálogo devem exercitar uma reflexão sobre a realidade que os cerca em uma atitude de não-conformidade. Conscientes de sua condição presente, tornam-se aptos a lutar contra o processo de desumanização, o que favorece uma transformação constante, tanto objetiva (do mundo) quanto subjetiva (de si próprio). Segundo [3], essa postura crítica consiste em uma atitude de perceber a realidade como processo, apreendendo-a em seu estado dinâmico e não como um produto, algo acabado.

As TIC oferecem um potencial ao exercício de um pensar crítico na EaD. Se o aluno é convidado a refletir sobre seu próprio processo de aprendizagem e a se posicionar criticamente sobre ele, estará exercendo um pensar crítico. Ao desenvolver argumentos ou confrontar as afirmações feitas por outros participantes no contexto de um debate *on-line*, o estudante de EaD estará desenvolvendo a curiosidade crítica e uma atitude de não-conformidade com os conteúdos a ele apresentados. Normalmente, essa postura gera contradições e conflitos, cabendo ao grupo o engajamento mútuo para solucioná-los.

O diálogo é, portanto, o caminho que aproxima professores e estudantes em qualquer que seja o cenário educacional. Para Paulo Freire o diálogo possibilita o conhecimento do mundo, da natureza e do social. Conforme este teórico, é nas relações dialógicas que os indivíduos desenvolvem suas ideias, sua visão de mundo, contrapondo suas concepções pessoais com as de seus semelhantes [3].

Na próxima seção, destacaremos algumas pesquisas, desenvolvidas na área das ciências exatas, sobre processos de interação que ilustram práticas dialógicas.

III. PESQUISAS SOBRE INTERAÇÃO NAS CIÊNCIAS EXATAS

Nesta sessão, serão apresentadas pesquisas sobre interação em cursos da área de Matemática e Física que, embora não tenham feito menção à concepção do diálogo freireano, demonstram uma aproximação com os seus princípios, pelas linhas teóricas nas quais fundamentaram suas investigações e pelos resultados obtidos.

Analisando processos de interação entre os participantes de uma formação continuada para professores de matemática, [9] apresenta possibilidades de colaboração entre professores e alunos de cursos a distância. Segundo os autores, esse tipo de colaboração é moldado pelos recursos disponíveis na plataforma de aprendizagem. No estudo em questão, os alunos-professores de uma rede de escolas nacional participaram de uma formação a distância para se habilitarem no uso do *software Geomtricks*. Durante o curso *Geometria com Geomtricks* foi solicitado que propusessem atividades exploratórias e de resolução coletiva de problemas, as quais deveriam ser enviadas para os professores (formadores) por *e-mail*. Essas atividades eram discutidas, por videoconferência, em encontros de duas horas de duração, uma vez por semana, durante três meses.

Os resultados demonstraram que o uso de ferramentas de comunicação da Internet (*e-mail* e videoconferência) em cursos a distância, na área de Educação Matemática, abriu espaço para que um cenário dialógico fosse desencadeado pelos participantes, os quais intervieram ativamente no processo de execução da atividade, mesmo estando em lugares geográficos distintos. Isto foi possível mediante o compartilhamento da tela do professor (formador) que ficava visível e disponível para edição por qualquer participante. As discussões que fluíram durante a videoconferência possibilitaram a convergência de ideias diferentes, gerando a produção coletiva do conhecimento de geometria.

Como marca principal deste curso a distância os autores destacam: o sincronismo e a participação ativa de todos os alunos-professores que, ao invés de meros expectadores, tinham a possibilidade de contribuir com a realização das atividades, mediante o compartilhamento da tela do professor (formador). Essa característica da ação pedagógica, embora não tenha sido discutida em [9], demonstra uma aproximação das interações durante o curso com princípios do diálogo freireano, tais como: a *humildade*, a *fé nos homens*, a *esperança* e o *pensar crítico* [3].

Da parte dos professores, a *fé nos homens* se verifica na valorização da autonomia dos estudantes, incentivando-os a se expressarem durante o ato educativo. Ao envolver os estudantes no processo educacional, valorizando a reflexão e abrindo mão do lugar de *fonte única de conhecimentos*, os professores demonstraram o exercício da *humildade*, enquanto princípio dialógico. Em relação aos alunos, verifica-se a *esperança* na medida em que utilizaram seu poder criativo e se engajaram em um processo de construção coletiva de conhecimentos. Além disso, o *pensar crítico* ficou constatado de duas formas. Primeiramente, por meio da execução do

curso em paralelo com a atuação educacional do professor. Isto permitiu a partilha de experiências e a confrontação constante entre a teoria e a prática. Por outro lado, juntamente com o estudo e uso do *software* “Geometria com Geomtricks” houve discussões teóricas sobre o uso da informática na escola, fundamentadas em textos que estimularam uma reflexão constante dos alunos-professores sobre sua própria ação enquanto educadores.

Outro estudo que trata sobre interação a distância em processos educacionais da área de Matemática é apresentado em [10]. Esses pesquisadores realizaram uma análise qualitativa das interações implementadas por estudantes do Ensino Médio, ligados a duas instituições de ensino brasileiras e uma americana. O objetivo do estudo foi observar como os estudantes trabalhavam colaborativamente e construíam o raciocínio matemático utilizando os recursos da Internet. Os participantes foram convidados a interagirem sobre os temas do curso a partir de situações-problema propostas pelos professores e depositadas no ambiente virtual. As discussões aconteciam inicialmente por *e-mail* e fórum de discussão e, posteriormente, via *chat*. O artigo menciona a realização de três sessões de *chat*, agendadas previamente, com uma hora de duração.

Preocupados com os aspectos culturais, colaborativos e linguísticos envolvidos nos processos de EaD, os pesquisadores elegeram o *discurso* (motivação, representação, processos argumentativos etc.) e a *interação* (intercâmbio, produção de significados, colaboração etc.) como componentes fortemente relacionados à construção do conhecimento mediada pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC). Esses elementos foram utilizados na análise dos dados durante a pesquisa. Cada sessão de *chat* foi analisada em separado e conjuntamente, considerando também o diário de campo criado pelos pesquisadores. Em seguida, um aluno do grupo foi selecionado e sua participação, avaliada nas três sessões. Segundo os autores, esse tipo de análise lhes permitiu uma melhor compreensão sobre o fenômeno interativo.

Os resultados apontaram que a interação prévia sobre os problemas de Matemática, realizada por meio das ferramentas assíncronas (*e-mail* e fórum), antes do *chat*, proporcionou mais oportunidade de reflexão sobre os temas. Além disso, a presença do professor provocando o debate e ressaltando pontos importantes mencionados pelos estudantes em suas intervenções, estimulou o interesse deles por interagir e fez com que mantivessem o foco no tema em discussão. A participação do professor também foi importante no fornecimento de esclarecimentos e na proposição de questionamentos que favoreceram a revisão das estratégias de raciocínio pelos alunos.

Os autores constataram que, a despeito das limitações técnicas da ferramenta *chat*, houve reflexão crítica durante o *chat* sobre as atividades, embora essas reflexões não tenham sido tão aprofundadas do ponto de vista conceitual, em virtude da forma dinâmica e intensa como a comunicação se processa neste meio. Os pesquisadores observaram também que os

debates via *chat* são os preferidos dos estudantes pelo fato de proporcionarem liberdade para o compartilhamento de suas idéias, sem censuras e livres de hierarquias. A ausência do contato visual diminui a inibição típica de pessoas mais tímidas. Além disso, trata-se de uma ferramenta já presente em seu cotidiano, o que facilita o manuseio em situações educacionais.

O estudo menciona ainda, como um fator que estimulou a interação, a curiosidade dos estudantes para usar uma ferramenta de *chat* com o objetivo de debater sobre questões de Matemática, e o seu interesse por conhecer *virtualmente* pessoas de outras instituições. Entretanto, esses espaços devem ser constantemente enriquecidos com elementos que despertem o interesse dos participantes (imagens, vídeos etc.) sendo importante uma alimentação constantemente do ambiente com novos instrumentos e recursos educativos.

Esta pesquisa traz importantes contribuições para a prática da dialogicidade em cursos a distância da área de exatas. Ao eleger o *discurso* e a *interação* como categorias para observar as comunicações que aconteceram entre os participantes, os estudiosos resgataram características importantes, capazes de tornar essas interações mais propícias ao aprendizado. Isto se deve principalmente à possibilidade de reflexão crítica sobre os temas, oportunizada pelos debates via *e-mail* e fórum. Além disso, a presença do professor provocando o debate e contribuindo para que o foco no tema fosse mantido também constitui um elemento importante das interações observadas neste estudo.

Por outro lado, esta investigação traz avanços ao universo de pesquisas sobre processos de interação a distância, nas ciências exatas, ao estender sua aplicação a contextos de interação síncrona, via *chat*. Estes espaços favorecem o interesse dos estudantes pelo fato de poderem se expressar sem censura e livres de hierarquias, podendo contribuir de forma semelhante ao professor, com o processo educacional.

Em [11] também são apresentados os resultados de uma pesquisa com foco em interação a distância, realizada com estudantes de uma disciplina de Física do Ensino Médio, em uma instituição federal de ensino médio e superior. O objetivo do estudo foi analisar a construção de conhecimentos de Mecânica pelos alunos, que tiveram como suporte um ambiente virtual de aprendizagem denominado Espaço Virtual de Aprendizagem (EVA). A metodologia utilizada teve como fundamento a Aprendizagem Baseada em Casos (ABC) e a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.

Os autores destacam a importância da realização de estudos de caso no ensino de Física, especificamente sobre temas do cotidiano das pessoas, a exemplo da Mecânica do vôo de aviões. Para alcançar seus objetivos, os pesquisadores utilizaram dois espaços de interatividade dentro do EVA: o núcleo de *Estudos de Caso* e o *Fórum*, ambos planejados e desenvolvidos para ampliar a cooperação e a reflexão dos estudantes. Os passos de execução da pesquisa aconteceram em três momentos: leitura inicial do caso (situação-problema) e a proposta de uma solução preliminar pelos alunos; momentos de estudo, reflexão e interação; e, finalmente, a

apresentação de uma nova solução, incorporando elementos das leituras e discussões.

Após o envio das primeiras soluções dos estudantes para o caso selecionado, o professor levantou alguns questionamentos sobre essas soluções e convocou os alunos para a realização de um debate em fórum. Os pesquisadores observaram que a interação no fórum influenciou de forma expressiva a solução final apresentada ao caso em discussão pelos alunos, mesmo para aqueles cuja participação não foi tão ativa. A mudança de uma situação de estudo individualizada para uma discussão aberta e coletiva permitiu que os pesquisadores identificassem um fator que na maior parte das aulas convencionais é minimizado: a capacidade dos alunos de proporem caminhos alternativos para a resolução de um problema. Os alunos viram no fórum a possibilidade de exporem seus pensamentos, produzindo significados que dificilmente produziriam individualmente. O estudo constatou que o discurso construído no fórum foi predominantemente realizado pelos alunos. Além disso, as idas e vindas, correções e ajustes de respostas por eles revelaram a construção de uma resposta mais precisa, bem fundamentada teoricamente, e que representou um melhor entendimento sobre o caso estudado.

Mais uma vez, percebe-se a aproximação de um estudo sobre interação na EaD com alguns dos pressupostos do diálogo freireano: humildade, fé nos homens, esperança e pensar crítico.

A *humildade* e a *fé nos homens* foram constatadas nas ações dos professores. Eles proporcionaram a abertura de diferentes domínios de conhecimento para a discussão das questões e promoveram a criação de uma ambiência de liberdade e pluralidade de expressões, individuais e coletivas. Os estudantes, por sua vez, apontaram a existência de materiais para consulta/pesquisa sobre o tema do caso, dentro do ambiente, como sendo um fator positivo para o seu aprendizado. Este aspecto demonstra a aproximação do cenário educacional investigado com o princípio da *esperança*. O interesse dos alunos de pesquisarem soluções alternativas para o problema em outras fontes (dentro e fora do EVA) e de compartilharem a existência das mesmas, trazendo-as à reflexão coletiva, é um sinal de *consciência do inacabado* [3] que os incentiva a buscarem o aprofundamento de seus conhecimentos.

Os estudantes exercitaram sua autonomia ainda ao participarem ativamente das discussões, contribuindo com o aprendizado coletivo. Novamente, é possível identificar em suas ações a prática da *esperança* num cenário favorável à construção colaborativa do conhecimento e seu compartilhamento. Por último, o *pensar crítico* foi observado por meio da reflexão coletiva sobre os conceitos que possibilitou a realização de ajustes em suas próprias concepções teóricas, assim como a intervenção nas concepções dos outros.

As pesquisas comentadas nesta sessão, embora demonstrem a importância do diálogo em processos educacionais a distância, nas ciências exatas, não se utilizaram da perspectiva freireana. As marcas do diálogo freireano

identificadas e discutidas anteriormente, foram percebidas durante o desenvolvimento desta investigação, que iluminou o olhar dos pesquisadores para observarem a prática da dialogicidade em outros estudos desta área.

A constatação de elementos do diálogo freireano nas pesquisas desenvolvidas anteriormente, reforçou a pertinência do uso deste referencial no presente estudo, cujos detalhes serão apresentados a seguir.

IV. O ESTUDO

Este estudo foi conduzido na disciplina de Física Introdutória II, ministrada em caráter semi-presencial, dentro do Programa Universidade Aberta do Brasil da Universidade Federal do Ceará (UAB-UFC). Com uma carga-horária de 64 horas-aula, a disciplina contou com a realização de quatro encontros presenciais e diversas atividades a distância, tais como: leitura de aulas, elaboração de trabalhos, debates em fóruns, sessões de *chat* etc. As atividades realizadas a distância foram desenvolvidas por meio do AVA SOLAR (www.virtual.ufc.br/solar), sistema on-line de aprendizagem da UFC. Os dados desta pesquisa foram coletados a partir das ferramentas *Fórum* e *Chat* deste ambiente.

O *Fórum* consiste em uma ferramenta assíncrona de comunicação que dá suporte à comunicação entre professores e alunos sobre temas pré-determinados. Ao enviar uma mensagem ao *Fórum*, o participante poderá anexar arquivos em formatos variados, e enriquecer o debate com outras fontes de informação. As mensagens ficam registradas no ambiente e são visíveis a todos os participantes.

A ferramenta *Chat*, por sua vez, diferentemente do *Fórum*, dá suporte a trocas comunicativas que acontecem em tempo real. Cada sessão de *chat*, dentro do SOLAR, precisa ser previamente agendada entre o professor-tutor e os alunos para que possam se encontrar no dia e horário acordados, dentro da *sala*. A sala representa um espaço a ser criado pelo professor, para receber os participantes durante a sessão de debate *on-line*.

O objetivo que norteou esta investigação foi observar a manifestação dos pressupostos do diálogo freireano em dois fóruns de discussão sobre conteúdos da disciplina (interação assíncrona) e em uma sessão de *chat* (interação síncrona). Participaram do estudo 12 dos 27 alunos matriculados e o tutor.

As mensagens assíncronas são produto dos dois fóruns com maior índice de participação no curso, perfazendo um total de 56 mensagens. Estes fóruns aconteceram concomitantemente, durante a sexta e última aula da disciplina, num período de nove dias. Os participantes debateram, respectivamente, sobre o *uso do forno de microondas* e sobre os *efeitos da radiação ultravioleta na pele humana*.

Por sua vez, o debate síncrono analisado aconteceu durante a maior sessão de *chat* da disciplina, cujo objetivo foi esclarecer dúvidas sobre uma lista de exercícios, proposta durante a segunda aula do curso. Esta sessão totalizou 163

turnos.

No que diz respeito ao *chat*, cabe aqui fazer uma observação quanto à realização de um procedimento que antecedeu a aplicação dos parâmetros. Ao longo do registro das sessões, foram identificados turnos truncados, cujo complemento era feito em um ou mais turnos subsequentes. Para fins de análise nesta pesquisa, essas intervenções truncadas foram agrupadas em um único turno para dar-se, em seguida, a aplicação dos parâmetros.

A análise das mensagens dos fóruns e do *chat* foi especialmente qualitativa, realizada por meio da leitura de cada participação, observando-se a presença das categorias, a partir de algum elemento discursivo que as identificasse. À medida que os parâmetros iam sendo avaliados nas mensagens, os resultados eram registrados em planilhas do *software* Microsoft Excel, para o agrupamento dos dados.

Findada esta etapa, as planilhas foram importadas para o *software Statistical Package for the Social Science* (SPSS 15.0), para que fosse procedida a contabilização da frequência de ocorrência dos parâmetros nos fóruns e na sessão de *chat*. O uso deste *software* possibilitou a realização de cruzamento de dados para uma melhor visualização do resultado da aplicação dos parâmetros.

Para atestar a significância da diferença entre as frequências, em relação às categorias de análise, utilizou-se o teste estatístico não-paramétrico Qui-quadrado [12], [13].

Na próxima seção, serão descritos os parâmetros do diálogo freireano e apresentada a análise das mensagens produzidas pelos participantes.

V. ANÁLISE DOS DADOS

Os parâmetros de análise são baseados nos pressupostos do diálogo, referenciados em [3]: *amor*, *humildade*, *esperança*, *fé nos homens* e *pensar crítico*. Cada parâmetro corresponde a um pressuposto (entre parêntesis), os quais serão descritos e, em seguida, observados em termos de frequência de ocorrência no *corpus* analisado.

1) *Afetividade (amor)*: a mensagem contém elementos linguísticos e/ou paralinguísticos (expressões não-linguísticas que traduzem os sentimentos dos interlocutores. Ex.: uso de *emoticons*) que representam um discurso baseado no respeito mútuo entre os interlocutores.

2) *Simetria discursiva (humildade)*: a mensagem reflete uma igualdade de papéis entre os participantes (alunos e tutor), ou seja, o discurso não possui conotação de superioridade ou de inferioridade.

3) *Valorização da autonomia (fé nos homens)*: as mensagens do tutor representam um incentivo à livre expressão dos alunos, estimulando suas contribuições com o ato educativo, propondo questões desafiadoras, solicitando explicações etc.

4) *Exercício da autonomia (esperança)*: a mensagem do aluno revela o interesse pelo aprofundamento dos conhecimentos, contendo elementos que atestam a sua postura

proativa na busca de subsídios para enriquecer o debate.

5) *Reflexividade crítica (pensar crítico)*: o interlocutor demonstra fazer uma reflexão quanto ao seu próprio processo de aprendizagem e/ou sobre as produções dos demais participantes. A mensagem possui elementos argumentativos, contra-argumentativos, questões, e a inclusão de elementos novos no debate.

O fórum analisado tinha como questão norteadora a solicitação de uma justificativa para não se colocar recipientes metálicos em fornos de microondas. O exemplo exibido a seguir ilustra a ocorrência dos parâmetros de análise em uma das mensagens dos fóruns. A mensagem foi mantida como no original, com erros de digitação, e ilustra a manifestação dos parâmetros do diálogo freireano na comunicação assíncrona. Este exemplo foi extraído do fórum que discutiu sobre o uso do forno de microondas.

Acrescentado as dissertações dos colegas, a energia asorvida pelo o microondas é de 1000 a 1500 W, bem inferior a energia consumida pelo forno elétrico, com isso o tempo de cozimento bem menor. Com relação a não se colocar meterial metalico no interior do forno de microondas, se dá ao fato destes metal possuir elétrons livres, aque ao contato com o campo eletromagnetico do forno irradia energia por reflexão, originado assim um super aquecimento do forno, até um provável acidente. A ação do forno de microondas é melhor com alimentos doces do que salgado, quanto menor a concentração de água no alimento , menor será o tempo de cozimento do próprio.

A mensagem anterior possui um discurso fundamentado no respeito mútuo e no sentimento de igualdade do interlocutor em relação aos demais participantes, ao referir-se a eles como “colegas”. Além disso, observa-se um interesse do estudante em corresponder à valorização da autonomia pelo tutor: responde à questão-norteadora, mas não se limita a isso. Procura aprofundar o debate com elementos não abordados anteriormente durante o fórum e que despertam o interesse coletivo em dar continuidade às discussões. Por último, a mensagem revelou também o exercício de uma reflexividade crítica por parte do estudante, que associa o uso de um recipiente impróprio para microondas com a ocorrência de um provável acidente.

A seguir, um exemplo de mensagem compartilhada no *chat*: De maneira semelhante, a mensagem foi preservada como no original, com erros de digitação e ilustra a manifestação dos parâmetros do diálogo freireano na comunicação síncrona. Este exemplo foi extraído do chat que tinha como objetivo esclarecer dúvidas sobre uma lista de exercícios proposta durante a disciplina.

Pelo que compreendi, no item a, para encontrar a aceleração da segunda partícula, primeiramente encontramos o módulo da força resultante aplicada à primeira, em seguida substituímos o valor encontrado na expressão $F=ma$ na segunda partícula, já que as duas estão submetidas à mesma força resultante.

O turno do *chat* de Física também preserva a ética e a humildade. Ao compreender a solução de determinada questão da lista de exercícios o aluno gentilmente compartilha seus conhecimentos com os colegas, numa atitude autônoma e

colaboradora, demonstrando a realização de um processo de reflexão, mesmo em se tratando de um debate síncrono.

Os resultados relacionados aos parâmetros ilustradores do diálogo freireano nos fóruns e no *chat* de Física são apresentados na Tabela 1.

TABELA I
FREQUÊNCIA E PERCENTUAL DOS PARÂMETROS RELATIVOS AOS PRESSUPOSTOS DO DIÁLOGO FREIREANO NO FÓRUM E NO CHAT

PARÂMETROS		FÓRUM (N=56)	CHAT (N=163)
Afetividade	Presente	30 (54)	104 (64)
	Ausente	0 (0)	0 (0)
	Indefinido	26 (46)	58 (36)
Simet. Discursiva	Presente	56 (100)	163 (100)
	Ausente	0 (0)	0 (0)
	Indefinido	0 (0)	0 (0)
Refl. Crítica	Intrapessoal	19 (34)	6 (4)
	Interpessoal	24 (43)	33 (20)
	Inexistente	13 (23)	124 (76)
Val. Autonomia	Presente	16 (100)	45 (57)
	Ausente	0 (0)	3 (4)
	Indefinido	0 (0)	31 (39)
Exerc. Autonomia	Presente	25 (63)	34 (41)
	Ausente	15 (37)	11 (13)
	Indefinido	0 (0)	39 (46)

Com relação à *Afetividade*, os dados apontam a presença deste parâmetro como predominante nas mensagens das duas ferramentas (Fóruns: 54%; Chat: 64%). O discurso praticado nos fóruns e no *chat* de Física foi revestido de um profundo respeito mútuo entre os interlocutores. Além disso, durante os fóruns e o *chat* eles também fizeram uso de expressões e recursos que revelaram uma proximidade entre si, ou seja, repetiram sinais de pontuação para dar ênfase ao texto e fizeram uso de palavras cordiais, como: “amigo”, “amiga” e “colegas”. Este dado confirma a existência de um hibridismo de linguagem oral e escrita nas mensagens trocadas por meio desses instrumentos, identificando-as com um tipo de conversação pessoal [8].

Os resultados comprovam a possibilidade de expressar sentimentos neste espaço, independente da ferramenta (Fórum ou Chat). Tais evidências aproximam o uso das duas ferramentas com as características do diálogo freireano [3].

A *Simetria Discursiva* foi uma característica que esteve presente na totalidade das mensagens dos fóruns e do *chat* da disciplina de Física (Fóruns: 100%; Chat: 100%). A análise revelou que o discurso de todos aqueles que participaram das discussões por meio dessas ferramentas foi revestido de humildade, ou seja, sem qualquer conotação de superioridade.

O fato de envolver os estudantes nas discussões sobre os temas da disciplina demonstra uma atitude de humildade por parte do professor-tutor, na medida em que abre mão da imagem de *detentor do saber* e busca desenvolver uma pedagogia mais dialógica [3].

No que concerne à presença de *Reflexividade Crítica* nos debates da disciplina é importante notar que o exercício de uma reflexividade crítica mais interpessoal entre os participantes foi superior nos fóruns em comparação ao *chat*

($\chi^2=60,210$; significativo para $p<0,01$).

Possivelmente, isto se deve aos propósitos que nortearam os debates por meio de cada um desses instrumentos. O objetivo estabelecido para o *chat* (esclarecimento de dúvidas sobre uma lista de exercícios) não ofereceu grandes oportunidades para que processos reflexivos coletivos acontecessem. Logo, um baixo índice de reflexividade crítica interpessoal dificulta a emergência do diálogo freireano, pois contraria o princípio do pensar crítico, um de seus pressupostos [3].

Os resultados relativos ao parâmetro *Valorização da Autonomia*, discutidos a seguir, foram analisados, especificamente, em relação às mensagens do professor-tutor. Os percentuais apontam diferenças quanto à esta forma de atuação durante as discussões por meio do fórum e do *chat* (Fóruns: 100%; Chat: 57%; $\chi^2=10,724$; significativo para $p<0,01$).

Nos fóruns, esta característica envolveu a totalidade das mensagens do professor, pelo fato de constantemente abordar os alunos com questões, incentivando-os a contribuírem com o debate em foco.

Por outro lado, o objetivo do *chat* (esclarecimento de dúvidas sobre uma lista de exercícios) não permitiu que ele usasse esta estratégia tão frequentemente quanto no fórum, pois havia uma expectativa, por parte dos estudantes, que suas indagações fossem, de fato, respondidas por ele. A despeito deste fato, o índice de Valorização da Autonomia nas intervenções do professor-tutor de Física, ao longo do *chat*, foi também bastante frequente. Ao incentivar a participação dos alunos, a formação de grupos de estudo, acreditando que os estudantes poderiam encontrar respostas para suas questões no diálogo entre si, confirma o que [3] defende quanto à importância de se acreditar no outro durante o ato pedagógico.

O último parâmetro, *Exercício da Autonomia*, foi observado especificamente com relação à participação dos alunos nos fóruns e no *chat*, analisando seu interesse em aprofundar os conteúdos tratados durante as discussões. Como é possível notar pela Tabela I, houve diferença significativa quanto a esse tipo de atitude nos debates realizados por meio das ferramentas ($\chi^2=29,031$; significativo para $p<0,01$).

Os estudantes procuraram, frequentemente, exercer sua autonomia no decorrer das discussões pelo fórum (63%), uma vez que dispunham de mais tempo para realizar pesquisas e incluir elementos de aprofundamento nas interações. No caso do fórum do SOLAR, existe a possibilidade de se anexar arquivos de formatos variados ao corpo da mensagem, compartilhando os resultados de pesquisas e contribuindo melhor com o tema em foco.

No *chat* do SOLAR, ao contrário, há uma dificuldade intrínseca para a representação de conhecimentos específicos da área de exatas. A ferramenta não dispõe de recursos que facilitem a escrita de símbolos, fórmulas e expressões numéricas. Além disso, a própria velocidade da comunicação no *chat* (ferramenta síncrona) dificulta a busca por elementos que complementem os temas emergentes durante a discussão, como também a redação de textos muito longos.

Todavia, embora o Exercício da Autonomia não tenha

predominado nas intervenções dos alunos durante o *chat*, este parâmetro foi bastante expressivo (41%), apontando algum interesse dos estudantes em desenvolver as discussões em torno do tema tratado.

Os resultados apresentados confirmam a presença de traços de dialogicidade nas interações por meio do *chat* e dos fóruns na disciplina de Física, ministrada na modalidade educacional a distância.

Observou-se uma presença marcante de traços de afetividade e simetria discursiva, tanto nos fóruns quanto no *chat* analisados. Já os parâmetros Reflexividade Crítica, Valorização da Autonomia e Exercício da Autonomia se comportaram de forma diferente nas duas ferramentas. Os debates por meio do fórum se aproximaram mais de um contexto dialógico.

As diferenças observadas se devem em parte às especificidades das ferramentas e em parte aos usos que foram feitos das mesmas, os quais estão relacionados, dentre outras coisas: aos objetivos estabelecidos para o debate e aos participantes envolvidos. É preciso destacar que um diálogo a distância, em tempo real, acontece de forma bem mais dinâmica do que um debate assíncrono, não permitindo muito tempo para a realização de reflexões coletivas como também o aprofundamento do tema. No caso do *chat* analisado, o objetivo estabelecido (esclarecimento de dúvidas sobre uma lista de exercícios) também não favoreceu a realização de muitas reflexões. Além disso, a quantidade de participantes foi inferior em relação aos fóruns: apenas três cursistas e o professor-tutor. Isto pode ter influenciado também nas diferenças encontradas nos usos das duas ferramentas.

Não obstante, os dados observados neste estudo permitem afirmar a viabilidade de se vivenciar o diálogo freireano em debates síncronos e assíncronos em cursos a distância, por meio de ambientes virtuais de aprendizagem.

VI. CONCLUSÃO

Este estudo investigou a presença de características do diálogo freireano, nas interações em *chat* e fórum de uma disciplina de Física, ministrada na modalidade a distância. Os resultados encontrados apontam a preocupação dos participantes da pesquisa (estudantes e professor-tutor) com o exercício da dialogicidade em contextos educacionais a distância, da área de exatas.

Conforme citado anteriormente, esta área é constantemente permeada por ações educacionais pouco reflexivas e dialógicas [5]. Isto tem impulsionado pesquisadores, na atualidade, a desenvolverem estudos envolvendo cenários pedagógicos mais problematizadores e de interação [9]-[11].

No entanto, o uso do referencial de Paulo Freire foi o diferencial apresentado por este estudo, ao sistematizar as características do diálogo apontadas por este teórico em parâmetros aplicáveis a diferentes contextos, inclusive a EaD. Traz, portanto, contribuições para o desenvolvimento de ações educacionais nesta modalidade, que inclui: aspectos

relacionados ao *design* das ferramentas de interação incorporadas em AVA bem como à forma de participação de professores e estudantes.

Em relação ao *design* das ferramentas de interação, recomenda-se que os projetistas tenham sempre em vista a necessidade da inclusão de elementos que facilitem a demonstração de conhecimentos específicos das áreas de Ciências e Matemática. No caso específico do ambiente SOLAR, recomenda-se a inclusão de um editor de fórmulas, tanto na ferramenta Fórum quanto na ferramenta Chat. A falta deste recurso pode ter dificultado a comunicação dos interlocutores, especialmente pelo *chat*, uma vez que no fórum havia a possibilidade de enviar textos em anexo, contendo fórmulas, símbolos e expressões numéricas.

É importante ressaltar ainda que tanto estudantes quanto professores devem preocupar-se com o exercício da dialogicidade, numa perspectiva freiriana, ao estabelecerem interações em cursos a distância. Ao expressar-se com afetividade e humildade, o interlocutor estará promovendo a aproximação do grupo e o amplo interesse em *dialogar*. Semelhantemente, o exercício da autonomia e de uma postura crítica, especialmente pelos estudantes, torna-se algo desejável para que interações mediadas pela tecnologia promovam o aprendizado dos participantes. Ao trazer subsídios para enriquecer o debate voluntariamente, cada interlocutor estará contribuindo com o desenvolvimento de conhecimentos novos pelo grupo. Ao mesmo tempo, uma postura crítica torna-se relevante no exercício da dialogicidade, pois favorece uma reflexão pessoal e coletiva sobre o processo de aprendizagem.

Os fatores mencionados anteriormente permitem constatar os avanços que esta pesquisa oferece ao exercício da dialogicidade em cursos a distância da área de exatas, uma vez que os estudos desenvolvidos até o momento não apresentaram este nível de detalhamento e de abrangência. A investigação gerou descobertas que certamente favorecerão uma melhor compreensão acerca de processos de interação na EaD, especialmente em cursos de Ciências e Matemática suportados em Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- [1] M. G. Moore, "Theory of transactional distance," in *Theoretical Principles of Distance Education*, London: Routledge, 1993, pp. 22-38.
- [2] O, Peters, *Didática do ensino a distância*. São Leopoldo: Editora Unisinos, 2003.
- [3] P. F. Freire, *Pedagogia do Oprimido*, Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1ª edição: 1970, 2006.
- [4] M. Notare, P. A. Behar, "Aprendizagem de Matemática em Ambientes Virtuais: o ROODA Exata como Possibilidade," in *RENOTE: Revista Novas Tecnologias na Educação*, 2009, vol. 7, pp. 16-27.
- [5] Y. M. L. Heliodoro, "Educação matemática e o contexto dos debates sobre educação no Brasil," in *Revista Educação: teorias e práticas, Recife*, 2001, vol. 1, pp. 105-120.
- [6] J. A. Castro-Filho, P. B. David, "Educação Dialógica e Educação a Distância," in *Formação Humana e Dialogicidade em Paulo Freire II: reflexões e possibilidades em movimento*, Fortaleza: Edições UFC, 2009, pp.128-149.
- [7] P. F. Freire, *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*, Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1ª edição: 1996, 2007.
- [8] P. B. David, J. A. Castro-Filho, A. G. Spinillo, R. A. F. Siqueira, "Gêneros assíncronos: instrumentos de interação em ambientes virtuais

de aprendizagem," in *Anais do XII Workshop de Informática na Escola – WIE, Campo Grande, MS*, Porto Alegre: SBC, 2006.

- [9] R. B. A. Zulatto, M. C. Borba, "Diferentes mídias, diferentes tipos de trabalhos coletivos em cursos de formação continuada de professores a distância: pode me passar a caneta, por favor?" in *Anais do III Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM)*, Águas de Lindóia, 2006.
- [10] M. A. Bairral, A. B. Powel, G. T. Santos, "Análise de interações de estudantes do ensino médio em chats", *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 2007, vol.4, n.7, p. 113-138.
- [11] E. M. Reis, M. P. Linhares, "Argumentação e Aprendizagem Significativa em Aulas de Física com Apoio de um Espaço Virtual de Aprendizagem," in *Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Curitiba, 2008.
- [12] P. G. Hoel, *Estatística Elementar*, São Paulo: Atlas, 1980.
- [13] J. Levin, *Estatística aplicada às ciências humanas*, São Paulo: Harbra, 1987.



P. B. David Fortaleza, Ceará, Brasil, 12/09/1976.

Bacharel em Educação (2000) e especialista em Informática Educativa (2001), pela Universidade Federal do Ceará, no Brasil. Mestre em Psicologia Cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco (2004), no Brasil, e doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará (2010).

Ela é professora Adjunta I na Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Brasil, na qual coordena a formação de tutores em educação a distância a distância, no Instituto UFC Virtual. Tem experiência com os seguintes temas: Educação a Distância, Psicologia Cognitiva e Formação de Professores.



J. A. Castro-Filho Fortaleza, Ceará, Brasil, 18/05/1965.

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará (1988), no Brasil; mestre em Psicologia Cognitiva pela Universidade Federal de Pernambuco (1992), no Brasil, e Ph.D. em Mathematics Education pela University Of Texas At Austin (1999), nos EUA.

Ele é professor Associado I da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Brasil, na qual atua como coordenador acadêmico do Instituto UFC Virtual. Atua principalmente nos seguintes temas: Educação a Distância, Informática Educativa e Educação Matemática.

O Professor Castro-Filho é membro da Comissão Especial de Informática na Educação da Sociedade Brasileira de Computação e membro do conselho editorial da Revista Brasileira de Informática na Educação.

