



XI Jornadas de Ingeniería Telemática

JITEL 2013

Granada 28-30 Octubre



UGR Universidad
de Granada

ETSIIT
Escuela Técnica Superior
de Ingenieros Informáticos
y de Telecomunicación



Departamento de
Teoría de la Señal,
Telemática y
Comunicaciones



Asociación de
Telemática

XI Jornadas de Ingeniería Telemática (JITEL 2013)

Libro de ponencias

Editores:

Jesús E. Díaz Verdejo
Jorge Navarro Ortiz
Juan J. Ramos Muñoz



ugr

Universidad
de Granada

Asociación de
Telemática



ISBN-10: 84-616-5597-4
ISBN-13: 978-84-616-5597-7

Editores: Jesús E. Díaz Verdejo, Jorge Navarro Ortiz, Juan J. Ramos Muñoz
(Universidad de Granada)

El contenido de las ponencias que componen estas actas es propiedad de los autores de las mismas y está protegido por los derechos que se recogen en la Ley de Propiedad Intelectual. Los autores autorizan la edición de estas actas y su distribución a los asistentes de las XI Jornadas de Ingeniería Telemática, organizadas por la Universidad de Granada, sin que esto, en ningún caso, implique una cesión a favor de la Universidad de Granada de cualesquiera derechos de propiedad intelectual sobre los contenidos de las ponencias. Ni la Universidad de Granada, ni los editores, serán responsables de aquellos actos que vulneren los derechos de propiedad intelectual sobre estas ponencias.

© 2013, los autores

Fotografía: Joaquín Valderrama Valenzuela
Portada: Javier Povedano Molina, Rafael A. Rodríguez Gómez, Leovigildo Sánchez Casado y Roberto Magán Carrión.
Maquetación: Juan J. Ramos Muñoz

Presentación

En esta ocasión, es la ciudad de Granada la encargada de servir de anfitriona a las **XI Jornadas de Ingeniería Telemática (JITEL 2013)**, que se celebrarán del 28 al 30 de octubre de 2013.

Las Jornadas de Ingeniería Telemática (JITEL), organizadas por la Asociación de Telemática (ATEL) y el Departamento de Teoría de Señal, Telemática y Comunicaciones de la Universidad de Granada, constituyen un foro propicio de reunión, debate y divulgación para los grupos que imparten docencia e investigan en temas relacionados con las redes y los servicios telemáticos. Con la organización de este evento se pretende fomentar, por un lado el intercambio de experiencias y resultados, además de la comunicación y cooperación entre los grupos de investigación que trabajan en temas relacionados con la Telemática.

Asimismo, en el marco de las jornadas, se organizarán dos workshops, como son las **Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática (JIE)**, que alcanzan ya la tercera edición, siempre de la mano de JITEL, y **Seguridad en redes inalámbricas ad-hoc (SERIA)**, que se estrena en esta edición.

Este libro recoge las contribuciones que fueron aceptadas para su presentación en las jornadas. Cada una de las contribuciones fue sometida a un riguroso proceso de revisión, bajo la supervisión del Comité de Programa, en el que cada artículo obtuvo tres revisiones independientes. El programa se ha estructurado, de acuerdo a la temática de las contribuciones, en 18 sesiones técnicas: 13 para JITEL, 3 para JIE y 2 para SERIA.

Como punto de encuentro de investigadores y docentes, nos enorgullecemos de contar con la participación y representación de la mayoría de las universidades en las que el área de Ingeniería Telemática tiene presencia a nivel nacional, lo que garantiza el nivel científico-técnico de las jornadas así como la consecución de uno de los objetivos prioritarios: el siempre enriquecedor intercambio de ideas y el establecimiento de colaboraciones entre los participantes. Esperamos que el marco incomparable de la ciudad de Granada, con la Alhambra como estandarte, sirva para aunar esfuerzos en la consecución de los fines tanto científicos como docentes de nuestro colectivo.

Finalmente, es de justicia agradecer la participación activa de todos cuantos han posibilitado este evento tanto a nivel corporativo como individual. Entre los primeros hay que mencionar, especialmente, a la ATEL y al Área de Ing. Telemática de la UGR. A título individual, nuestro más sincero agradecimiento al Comité de Programa, a los investigadores que han participado de forma desinteresada en el proceso de revisión, al Comité Editorial y al Comité organizador local, sin los que el evento no podría haberse llevado a término satisfactoriamente.

El área de Ingeniería Telemática de la Universidad de Granada, como organizadora del evento, les da la bienvenida, tanto a las Jornadas como a la ciudad de Granada.

Jesús E. Díaz Verdejo
Comité Organizador

Comité de programa

Mercedes Amor Pinilla (Universidad de Málaga)
Javier Aracil Rico (Universidad Autónoma de Madrid)
Víctor M. Carneiro Díaz (Universidade da Coruña)
Guiomar Corral Torruella (Universitat Ramon Llull)
Jesús E. Díaz Verdejo (Universidad de Granada)
Yannis Dimitriadis (Universidad de Valladolid)
Rafael M. Estepa Alonso (Universidad de Sevilla)
Santiago Felici Castell (Universitat de Valencia)
Julián Fernández Navajas (Universidad de Zaragoza)
Roberto García Fernández (Universidad de Oviedo)
Sebastián García Galán (Universidad de Jaén)
José Luis González Sánchez (Universidad de Extremadura)
Jesús M. González-Barahona (Universidad Rey Juan Carlos)
Javier Gozávez (Universidad Miguel Hernández de Elche)
Klaus Hackbart (Universidad de Cantabria)
Xavier Hesselbach Serra (Universidad Politècnica de Catalunya)
Eduardo Jacob Taquet (Euskal Herriko Unibertsitatea)
David Larrabeiti (Universidad Carlos III de Madrid)
José Carlos López Ardao (Universidade de Vigo)
Pilar Manzanares López (Universidad Politécnica de Cartagena)
Iván Marsá Maestre (Universidad de Alcalá)
Jorge Martínez Bauset (Universitat Politècnica de Valencia)
Amaia Méndez (Universidad de Deusto)
Daniel Morató Osés (Universidad Pública de Navarra)
Miquel Oliver Riera (Universitat Pompeu Fabra)
Magdalena Payeras Capellà (Universitat de les Illes Balears)
Pedro M. Ruiz (Universidad de Murcia)
Joaquín Salvachúa (Universidad Politécnica de Madrid)
Luis Sánchez Fernández (Universidad Carlos III de Madrid)
Álvaro Suárez Sarmiento (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria)
Miguel Ángel Valero (Universidad Politécnica de Madrid)

Comité ejecutivo

Jesús E. Díaz Verdejo (JITEL 2013)
Klaus Dieter Hackbarth (JITEL 2011)
Álvaro Suárez Sarmiento (ATEL)
Magdalena Payeras Capellà (JITEL 2015)

Comité editorial

Juan Manuel López Soler
Jaime Lloret Mauri

Comité local

Pablo Ameigeiras Gutiérrez
José Camacho Páez
Pedro García Teodoro
Juan Manuel López Soler
José María López Vega
Gabriel Maciá Fernández
Roberto Magán Carrión
Jorge Navarro Ortiz
Javier Povedano Molina
Juan José Ramos Muñoz
Rafael A. Rodríguez Gómez
Antonio Ruiz Moya
Leovigildo Sánchez Casado

Revisores

Agüero Calvo, Ramón
Alarcos Alcázar, Bernardo
Amor Pinilla, Mercedes
Arias Fisteus, Jesús
Asensio Pérez, Juan Ignacio
Astorga, Jasone
Barceló Arroyo, Francisco
Barceló Vicens, Jaume
Barrero López, Aurora
Basanta Val, Pablo
Bikfalvi, Alexander
Bote Lorenzo, Miguel Luis
Cabrero Barros, Sergio
Cacheda Seijo, Fidel
Camacho Páez, José
Campo Vázquez, Celeste
Carmona Murillo, Javier
Carral Pelayo, Juan Antonio
Corral Torruella, Guiomar
Cortés Polo, David
Crespo García, Raquel
de La Cruz Llopis, Luis Javier
Díaz Verdejo, Jesús Esteban
Dimitriadis, Yannis
Draper Gil, Gerard
Egea López, Esteban
Estepa Alonso, Rafael
Felici Castell, Santiago
Fernández García, Norberto
Fernández Masaguer, Francisco
Fernández Navajas, Julián
Formoso López, Vreixo
García, Santiago
García Fernández, Roberto
García Gutiérrez, Alberto Eloy
García Martínez, Luz
García Pañeda, Xabiel
García Rubio, Carlos
García Teodoro, Pedro
García Arranz, Marta
García Sánchez, Antonio Javier
García Sánchez, Felipe
Giménez Guzmán, José Manuel
Gómez Sánchez, Eduardo
González Sánchez, José Luis
González Barahona, Jesús M.
Guerra Cebollada, Juan Carlos
Guijarro Coloma, Luis
Hackbart, Klaus
Hernández Gutiérrez, José Alberto
Higuero Aperribay, Mariví
Hinarejos Campos, M. Francisca
Ibáñez Fernández, Guillermo Agustín
Irastorza Teja, José Ángel
Izal, Mikel
Jacob, Eduardo
Liberal, Fidel
Llamas Nistal, Martín
López Ardao, Carlos
López Millán, Gabriel
López Muñoz, Javier
López Carmona, Miguel Ángel
López Matencio Pérez, Pablo
Maciá Fernández, Gabriel
Macías López, Elsa
Magán Carrión, Roberto
Marín López, Rafael
Marrero Marrero, Domingo
Marsá Maestre, Iván
Martínez Bauset, Jorge
Martínez Cruz, Jesús
Martínez Yelmo, Isaías
Mata Díaz, Jorge
Melendí Palacio, David
Miguel Torres, Luis
Morató Osés, Daniel
Moreno Martín, Manuel
Moreno Martínez, Víctor
Muñoz Gea, Juan Pedro
Muñoz Muñoz, Alfonso
Mut Puigserver, Macià
Narbona Moreno, José Luis
Navarro Ortiz, Jorge
Nieto Jiménez, Ana
Oliver Riera, Miquel
Payeras Capellà, Magdalena
Pérez de Prado, Rocío
Pla Boscà, Vicent
Pozueco Álvarez, Laura
Prieto, Iria
Ramis Bibiloni, Jaume
Ramos de Santiago, Javier
Ramos Muñoz, Juan José
Regueras Santos, Luisa María
Riera Palou, Felip
Rincón Rivera, David
Rodríguez Gómez, Rafael A.
Rodríguez Pérez, Francisco Javier
Ruiz Martínez, Pedro M.
Ruiz Martínez, Antonio
Salazar Riaño, José Luis
Saldaña Medina, José María
Sánchez, Luis
Sánchez Fernández, Luis
Sánchez Casado, Leovigildo
Sanz, Roberto
Seoane Pujol, Isaac
Simmross Wattenberg, Federico
Skarmeta Gómez, Antonio
Soto Campos, Ignacio
Sousa Vieira, María Estrella
Suárez Sarmiento, Álvaro
Urueña Pascual, Manuel
Valero, Miguel Ángel
Vega, Mario
Verdú Pérez, María Jesús
Vidal Ferre, Rafael
Yuste Delgado, Antonio Jesús

III Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática (JIE)

III Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática (JIE)

Sesión JIE B1

Repaso activo mediante el uso de mapas conceptuales: una experiencia de innovación docente [495](#)

N. Fernández, J. Arias, I. Vidal, J. García-Reinoso y L. Sánchez

Modelo cognitivo para la docencia de diseño de redes mediante un sistema de e-learning inteligente [503](#)

E. Verdú Pérez, L. Regueras Santos, M. J. Verdú Pérez y J. P. de Castro Fernández

Aprendizaje social y gamificación en una asignatura de redes de ordenadores [509](#)

M. E. Sousa-Vieira, J. C. López Ardao, M. Fernández-Veiga y M. Rodríguez-Pérez

Herramientas open-source para docencia en planificación de redes de comunicaciones [515](#)

J. L. Izquierdo-Zaragoza y P. Pavón-Marino

Sesión JIE B6

Uso de un entorno colaborativo en la asignatura de Programación I [523](#)

M. L. Mouronte López

Organización de docencia cooperativa usando Google Drive [531](#)

E. Macías y Á. Suárez

Herramienta web para el seguimiento y evaluación de los Trabajos Fin de Grado [539](#)

D. Hernández-Leo y V. Moreno

Dos casos del uso de rúbricas para la evaluación de Trabajos Fin de Grado [547](#)

V. Moreno, G. Carpintero y D. Hernández-Leo

Desarrollo de herramientas para la enseñanza de seguridad en redes telemáticas [555](#)

E. de la Hoz, I. Marsá Maestre, J. M. Giménez-Guzmán, I. Martínez-Yelmo y G. López-Civera

Sesión JIE B7

Validación por la comunidad docente de una metodología de aprendizaje activo para cursos de programación [563](#)

I. Estévez-Ayres, C. Alario-Hoyos, M. Pérez-Sanagustín, R. M. Crespo-García, D. Leony y H. A. Parada G.

Herramienta para la mejora del inglés en vocabularios tecnológicos del ámbito de las comunicaciones [571](#)

L. García Martínez, J. Villar Fernández, I. Álvarez Ruiz y C. Benítez Ortúzar

Aplicación al ámbito académico de un entorno de simulación/emulación de arquitecturas de red [577](#)

J. J. Serrano, J. Fernández-Navajas y J. Saldaña

JIE

Las **Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática (JIE)** cumplen su tercera edición desde que se celebraron, por primera vez, en Valladolid en 2010. Estas jornadas aparecieron durante la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la implantación progresiva de los nuevos títulos de grado y posgrado en las universidades españolas, que han supuesto y todavía suponen todo un abanico de desafíos para la comunidad docente universitaria. El paradigma del aprendizaje centrado en el alumno, el desarrollo de competencias y la evaluación continua han exigido del profesorado un cambio profundo de mentalidad y la aplicación de nuevas tecnologías en el diseño de planes de estudios, la preparación de asignaturas, la planificación docente, la conducción de las clases y el seguimiento, tutorización y evaluación de los estudiantes.

Coincidiendo con la fase final de la implantación de los nuevos títulos, las **III Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática (JIE 2013)** son organizadas en esta edición por el Departamento de Teoría de la Señal, Telemática y Comunicaciones de la Universidad de Granada. Estas jornadas se presentan como una oportunidad para crear un foro de encuentro e intercambio de experiencias de innovación docente entre profesores en el ámbito de la Ingeniería Telemática, así como el uso y aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la docencia universitaria en general y en la docencia de la telemática en particular.

Esta sección recoge las contribuciones que fueron aceptadas para su presentación en las jornadas. Tras un riguroso proceso de revisión en el que se aseguró, bajo la coordinación del Comité de Programa, que cada artículo recibiera al menos 2 revisiones independientes, se aceptaron 12 artículos para su presentación oral. Estas presentaciones se han estructurado en 3 sesiones distribuidas durante los tres días en que tienen lugar las XI Jornadas de Ingeniería Telemática (JITEL 2013).

Quiero dar las gracias a los miembros del Comité de Programa por su colaboración en las tareas organizativas y, especialmente, a los docentes que han participado en el proceso de revisión y que han permitido mejorar la calidad de las contribuciones. También quiero agradecer a los miembros del Comité Local su dedicación y entusiasmo, imprescindibles para el buen desarrollo de estas jornadas.

Finalmente, el área de Ingeniería Telemática de la Universidad de Granada les da la más cordial bienvenida a las **III Jornadas de Innovación Educativa en Ingeniería Telemática**, esperando que su participación haga de ellas un éxito.

Jorge Navarro-Ortiz
Comité de Programa de JIE

Comité de programa

Ramón Agüero Calvo (Universidad de Cantabria)
Francisco Barceló Arroyo (Universitat Politècnica de Catalunya)
Fidel Cacheda Seijo (Universidade da Coruña)
Raquel Crespo García (Universidad Carlos III de Madrid)
Yannis Dimitriadis (Universidad de Valladolid)
Julián Fernández Navajas (Universidad de Zaragoza)
Alberto Eloy García Gutiérrez (Universidad de Cantabria)
José Manuel Giménez Guzmán (Universidad de Alcalá)
Guillermo Agustín Ibáñez Fernández (Universidad de Alcalá)
José Ángel Irastorza Teja (Universidad de Cantabria)
Martín Llamas Nistal (Universidad de Vigo)
Javier López Muñoz (Universidad de Málaga)
Elsa Macías López (Universidad de las Palmas de Gran Canaria)
Iván Marsá Maestre (Universidad de Alcalá)
Jesús Martínez Cruz (Universidad de Málaga)
Jorge Navarro Ortiz (Universidad de Granada)
Jaume Ramis Bibiloni (Universitat de les Illes Balears)
María Jesús Verdú Pérez (Universidad de Valladolid)

Modelo Cognitivo para la Docencia de Diseño de Redes mediante un Sistema de E-learning Inteligente

Elena Verdú Pérez, Luisa Regueras Santos, María Jesús Verdú Pérez, Juan Pablo de Castro Fernández

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones e Ingeniería Telemática,
Universidad de Valladolid

Campus Miguel Delibes, Paseo Belén 15, 47011 Valladolid.

elever@tel.uva.es, luireg@tel.uva.es, marver@tel.uva.es, jpdecastro@tel.uva.es.

Resumen- Este artículo presenta un modelo cognitivo para la docencia de la asignatura “Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes” que se imparte en la Universidad de Valladolid. El modelo se propone dentro del contexto del proyecto INTUITEL (*Intelligent Tutoring Interface for Technology Enhanced Learning*), un proyecto co-financiado por la Comisión Europea, cuyo objetivo es mejorar los sistemas de e-learning con el fin de que éstos sean capaces de ofrecer caminos de aprendizaje adaptados a las características y necesidades de los estudiantes.

Palabras Clave- modelo cognitivo, aprendizaje personalizado, ontología pedagógica, virtualización de asignaturas

I. INTRODUCCIÓN

La creación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) ha supuesto un punto de inflexión en la educación universitaria en el que se adopta un modelo donde el estudiante es el centro del proceso de aprendizaje y tiene un papel mucho más activo. Paralelamente a este proceso de transformación, las universidades europeas están integrando sistemas de gestión del aprendizaje o LMS (*Learning Management Systems*) en sus estructuras, con el doble fin de facilitar la gestión docente y proporcionar herramientas que promuevan el aprendizaje activo.

Siendo el estudiante la parte central del proceso de aprendizaje, los LMS deberían ser capaces de adaptarse a las características y necesidades de los estudiantes; ya que el aprendizaje es una actividad cognitiva que difiere de un estudiante a otro, tal y como sostienen diversos autores [1] [2]. Puesto que no todos los estudiantes procesan y perciben la información de la misma forma, el uso de sistemas de aprendizaje que se adapten a las necesidades y características de los estudiantes mejora su satisfacción y sus resultados académicos y, en definitiva, consigue procesos de aprendizaje más eficientes y efectivos [3] [4]. Por otra parte, junto con la personalización, el uso de ontologías integradas en los LMS aumenta la efectividad de los sistemas de *e-learning* [5] y, más aún, es un elemento clave en los sistemas modernos de *e-learning*.

Los sistemas de *e-learning* personalizados deben adaptarse a las características de los estudiantes y de su entorno de aprendizaje así como a los conceptos ya adquiridos. Ésta es la idea de personalización que desarrolla el proyecto INTUITEL. Para guiar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, INTUITEL utilizará una ontología

pedagógica integrada dentro del modelado de diferentes dominios específicos de conocimiento. Asimismo, en base a este modelado cognitivo, monitorizará el progreso del estudiante con el fin de ofrecerle caminos de aprendizaje adaptados a los conceptos que ya conoce y a sus características especiales.

Este artículo se centra en la descripción de un modelo cognitivo para la asignatura de “Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes” que se imparte en la Universidad de Valladolid, el cual está integrado con una ontología pedagógica previamente definida por expertos pedagogos. La definición de este modelo permitirá personalizar los caminos de aprendizaje en función de las preferencias de aprendizaje y de los estados cognitivos de los estudiantes.

El uso de ontologías con fines de clasificación y aplicación a técnicas de resolución de problemas y razonamiento inductivo está muy extendido. Sin embargo, su uso para fines didácticos tiene connotaciones especiales, debido a la naturaleza de los procesos educativos. Por ello, parece conveniente trabajar en el desarrollo de ontologías específicas para el aprendizaje, como un paso fundamental hacia la creación de sistemas educativos adaptativos [6]. En el ámbito de la ingeniería, y sobre todo en el área de la programación, hay definidas varias ontologías para contextos educativos. En [7] y [8] se describe el proceso de diseño de una ontología para la enseñanza de los lenguajes de programación Java y C, respectivamente. En el ámbito de las redes de comunicaciones, en [1] se define una ontología para un curso sobre Ethernet, que se emplea en un sistema de personalización del proceso de *e-learning*. Sin embargo, en la definición de ninguna de estas ontologías se toma como base una ontología pedagógica, tal y como se propone en INTUITEL.

En el siguiente apartado se describe el proyecto INTUITEL, dentro del cual se desarrolla este trabajo. A continuación se describe el dominio de conocimiento para el que se va a desarrollar el modelado cognitivo, el cual será definido en el siguiente apartado junto con la ontología pedagógica sobre la que se sustenta dicho modelado. Finalmente, se exponen los resultados que esperan obtenerse tras la finalización de este trabajo.

II. EL PROYECTO INTUITEL

INTUITEL¹ es un proyecto de investigación cofinanciado por la Comisión Europea que persigue mejorar los sistemas de *e-learning* ofreciendo un sistema inteligente capaz de guiar y proporcionar un *feedback* a los alumnos a lo largo de su proceso de aprendizaje.

El objetivo de INTUITEL es mejorar el contenido *e-learning* y los LMS ofreciendo características propias de los tutores humanos. Un sistema habilitado INTUITEL (*INTUITEL-enabled*) proporcionará un entorno de aprendizaje integrado que se configurará y adaptará a las necesidades de los estudiantes. Este sistema monitorizará su proceso de aprendizaje y su progreso con el fin de ofrecer un *feedback* formativo basado principalmente en el perfil del estudiante y en modelos pedagógicos relevantes. En concreto, el sistema analizará la actitud y el estilo de aprendizaje del estudiante, el contexto cultural y emocional en el cual tiene lugar el proceso de aprendizaje y factores ambientales y técnicos relevantes tales como ruido ambiental, ancho de banda disponible y características de la interfaz (como por ejemplo el tamaño de la pantalla).

El sistema INTUITEL está compuesto de cuatro componentes principales, tal y como puede verse en la Fig. 1. Un elemento clave es la ontología pedagógica, escrita en el lenguaje de ontología Web OWL, la cual proporcionará una forma unificada para describir el material y los caminos de aprendizaje. Asimismo, usando como base la ontología pedagógica, podrán definirse diversas ontologías específicas de cada dominio de conocimiento con un formato acorde a INTUITEL, proporcionando así al sistema un modelo cognitivo detallado.

Otro componente clave es el LMS integrado con INTUITEL (*INTUITEL-enabled LMS*) mediante unas interfaces apropiadas y específicas para cada LMS. El proyecto diseñará interfaces para la integración de INTUITEL con distintos LMS propietarios y de código

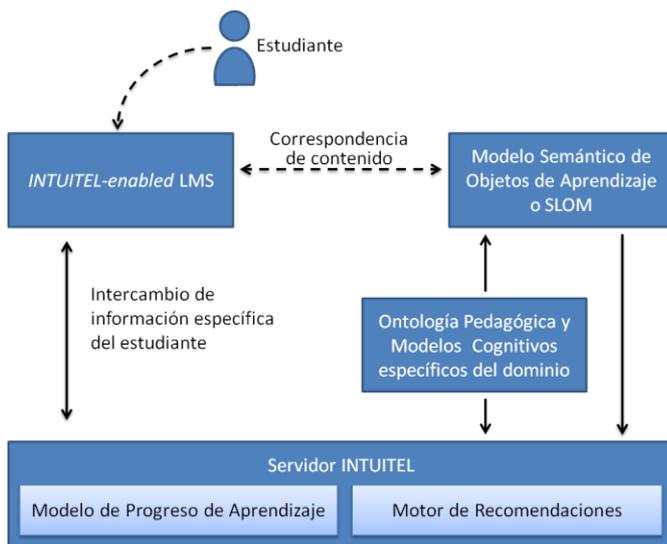


Fig. 1. Estructura de INTUITEL [Fte: elaboración propia, basada en www.intuitel.de/structure]

abierto tales como Moodle e ILIAS. Esta integración permitirá a INTUITEL medir el progreso de aprendizaje del estudiante, interactuar directamente con él y recomendarle los objetos de aprendizaje óptimos, en función de su estado cognitivo actual y el resto de factores contextuales anteriormente mencionados.

Asimismo, para facilitar el intercambio del material de aprendizaje, se ha especificado un nuevo formato contenedor, el SLOM (*Semantic Learning Object Model*). Este modelo define cómo empaquetar contenidos y metadatos de un curso habilitado INTUITEL. Pero el objetivo principal de SLOM es proporcionar el modelado de los metadatos que relacionarán los materiales de aprendizaje disponibles en el LMS con el modelado específico del dominio de conocimiento y el modelo pedagógico. De esta forma proporcionará al servidor INTUITEL la información necesaria para el proceso de razonamiento.

Finalmente, para guiar de forma óptima a cada usuario a través del material de aprendizaje, el Modelo de Progreso de Aprendizaje o LPM (*Learning Progress Model*) deducirá la posición actual del estudiante en el modelo cognitivo. A partir de esta posición y usando diversos metadatos sobre el estudiante así como también información contextual, el Motor de Recomendaciones creará indicaciones sobre cuál es el material de aprendizaje que el estudiante debería estudiar a continuación, ayudándole así a seguir el camino de aprendizaje más eficiente para abordar con éxito la asignatura.

III. EL DOMINIO DE CONOCIMIENTO: ASIGNATURA “LABORATORIO DE DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE REDES”

La asignatura de “Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes” es una asignatura obligatoria de 6 ECTS de tercer curso de la mención en Ingeniería Telemática del Grado en Ingeniería de Tecnologías Específicas de Telecomunicación que se imparte en la E.T.S.I. de Telecomunicación de la Universidad de Valladolid. Es una asignatura de orientación eminentemente práctica dentro del bloque de materias específicas de telemática, donde se aplican conceptos de redes de datos que han sido vistos en otras asignaturas como “Conmutación y Encaminamiento”, “Ingeniería de Protocolos” y “Redes y Servicios Telemáticos”. Asimismo, está directamente relacionada con las asignaturas “Administración y Gestión de Redes de Comunicaciones”, “Teletráfico” y “Seguridad en Redes de Comunicaciones”, proporcionando entre las cuatro la base para abordar de forma práctica el diseño, planificación y gestión de una red de comunicaciones (ver Fig. 2). El principal objetivo de esta asignatura es que el alumno sea capaz de aplicar los conceptos adquiridos en otras asignaturas sobre protocolos, redes y servicios telemáticos en el diseño y configuración de una red IP real.

Dado su carácter práctico, esta asignatura no incluye ninguna clase teórica, sino que todas las actividades docentes son principalmente prácticas, con un alto porcentaje de carga docente presencial en el laboratorio. Concretamente, el 75% de la docencia se imparte en el laboratorio y el resto está dedicado a la realización de seminarios (3 y 1 hora semanales, respectivamente).

En las clases de laboratorio los alumnos realizan por parejas una serie de prácticas de diferente naturaleza: desde prácticas de configuración y simulación con la herramienta

¹ www.intuitel.eu

OPNET Modeler 17.5 hasta prácticas de configuración con equipos reales, así como un proyecto de diseño de un Sistema de Cableado Estructurado (SCE).



Fig. 2. Contextualización de la asignatura “Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes” dentro de su plan de estudios.

Asimismo, en los seminarios se abarcan cuestiones claves de la asignatura pero desde un enfoque práctico y centrado en el trabajo en equipo y el diálogo entre profesor-alumno y alumno-alumno. En concreto, en los seminarios los alumnos trabajan en aspectos relacionados con conceptos claves en el diseño de redes a partir del desarrollo de actividades de aprendizaje colaborativo y de ejercicios guiados. Así, por ejemplo, para abordar los principios de diseño de red, los alumnos son divididos en grupos siguiendo una estrategia de aprendizaje llamada *jigsaw* o puzle donde a cada miembro del grupo se le asigna como experto un apartado de un capítulo de un libro sobre diseño de red [9], el cual tiene que preparar junto con el resto de expertos para explicárselo posteriormente a sus compañeros de grupo. Finalmente, y con el fin de verificar que se han alcanzado los objetivos de aprendizaje, cada alumno tiene que responder una serie de preguntas generales sobre el tema.

La asignatura se desarrolla con el apoyo de una plataforma Moodle ubicada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid. Este LMS se utiliza como repositorio del material de aprendizaje (documentación, enunciado de los seminarios y laboratorios...), como forma de comunicación y como herramienta de gestión de la asignatura.

IV. MODELADO COGNITIVO

En INTUITEL, el modelado cognitivo de cada asignatura o curso consiste en modelar el dominio de conocimiento específico siguiendo el formato unificado definido en una ontología pedagógica previamente desarrollada por expertos pedagogos. Por tanto, antes de abordar el modelo cognitivo, es necesario conocer cuáles son las bases de dicha ontología pedagógica.

A. Ontología pedagógica

La ontología pedagógica describe cómo se clasifica e interrelaciona el material de aprendizaje para hacerlo compatible y utilizable por INTUITEL.

La ontología pedagógica define tres niveles de objetos de aprendizaje [10]:

- 1) Dominio de conocimiento (KD – *Knowledge Domain*): se corresponde con la asignatura o curso.
- 2) Contenedor de concepto (CC – *Concept Container*): equivalente a un tema o lección.
- 3) Objeto de conocimiento (KO – *Knowledge Object*): contenido propiamente dicho (actividades, presentaciones, documentos, foros...). Los KO se describen mediante un tipo de conocimiento (orientación, explicación, tarea,...) y un tipo de medio (vídeo, texto, audio, tabla, blog, chat, formulario,...).

Un KD contiene uno o más CC, que a su vez están formados por uno o más KO. Los CC y los KO se relacionan entre sí formando caminos de aprendizaje (LP – *Learning Path*). La pedagogía ontológica definida en INTUITEL incluye unos caminos de aprendizaje básicos que serán empleados por el motor de razonamiento de INTUITEL. Concretamente, se utilizan dos niveles para los caminos de aprendizaje: 1) las relaciones entre CC, las cuales conforman caminos de aprendizaje de macro-nivel o macro LP, y 2) las relaciones o secuenciación de KO dentro de un CC que forman caminos de aprendizaje de micro-nivel o micro LP. La pedagogía ontológica define dos tipos principales de macro LPs: el jerárquico y el secuencial. Los diseñadores pueden crear macro-LPs de nuevos tipos o utilizar alguno de los dos predefinidos. Para ello, la pedagogía ontológica proporciona dos relaciones básicas entre CC (macro-nivel) para modelar caminos de tipo jerárquico (*‘hasTopDownLikeRelation’* y *‘hasBottomUpLikeRelation’*) y otras dos para modelar caminos de tipo secuencial (*‘hasFromOldToNewLikeRelation’* y *‘hasFromNewToOldLikeRelation’*). Para definir un macro LP el diseñador puede elegir una de las relaciones existentes, la que más se aproxima al camino propuesto y usarla tal cual o crear una subpropiedad de la misma, asignándole un nombre, un título y una breve descripción. El poder crear subpropiedades facilita la definición de múltiples macro LPs del mismo tipo. Asimismo, las relaciones definidas para conectar KO (micro-nivel), dentro de un CC, permiten expresar diferentes aproximaciones pedagógicas: aprendizaje multi-estado (tanto basado en simulación como en buenas prácticas) y aprendizaje basado en investigación (abierto y estructurado). La clasificación de KO por tipos de medio y la definición de otras nuevas relaciones entre KO permiten también establecer caminos de aprendizaje teniendo en cuenta el nivel de abstracción o concretización de los KO. Para conocer más detalles de esta parte de la pedagogía ontológica, se recomienda consultar [10].

B. Modelo cognitivo

El modelo cognitivo propuesto para la asignatura “Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes” consiste en la definición de dos caminos de aprendizaje de macro-nivel. El primero sigue un esquema próximo al camino cronológico y el segundo se aproxima más al camino jerárquico:

- 1) Camino de Aprendizaje Clásico (Fig. 3): relación *'hasLogicalNextStep1'* (subpropiedad de *'hasFromOldToNewLikeRelation'*).
- 2) Camino de Aprendizaje Jerárquico Alternativo (Fig. 4): relación *'hasHierarchicalNextStep1'* (subpropiedad de *'hasTopDownLikeRelation'*).

Las Fig. 3 y Fig. 4 muestran los CC pertenecientes al KD "Diseño de Red" así como las relaciones existentes entre ellos para los dos macro LP propuestos. Hay que tener en cuenta que el motor INTUITEL sólo trabaja con secuencias

de CC, por lo que las relaciones se establecen entre cada 2 CC formando secuencias de CC y el nombre de la relación es lo que identifica el macroLP correspondiente. Las cajas moradas y azules claras se usan para los CCs que pertenecen exclusivamente al Camino de Aprendizaje Clásico y al Jerárquico Alternativo, respectivamente; mientras que las cajas azules representan CCs que se usan en los dos caminos (es decir, son compartidos por ambos).

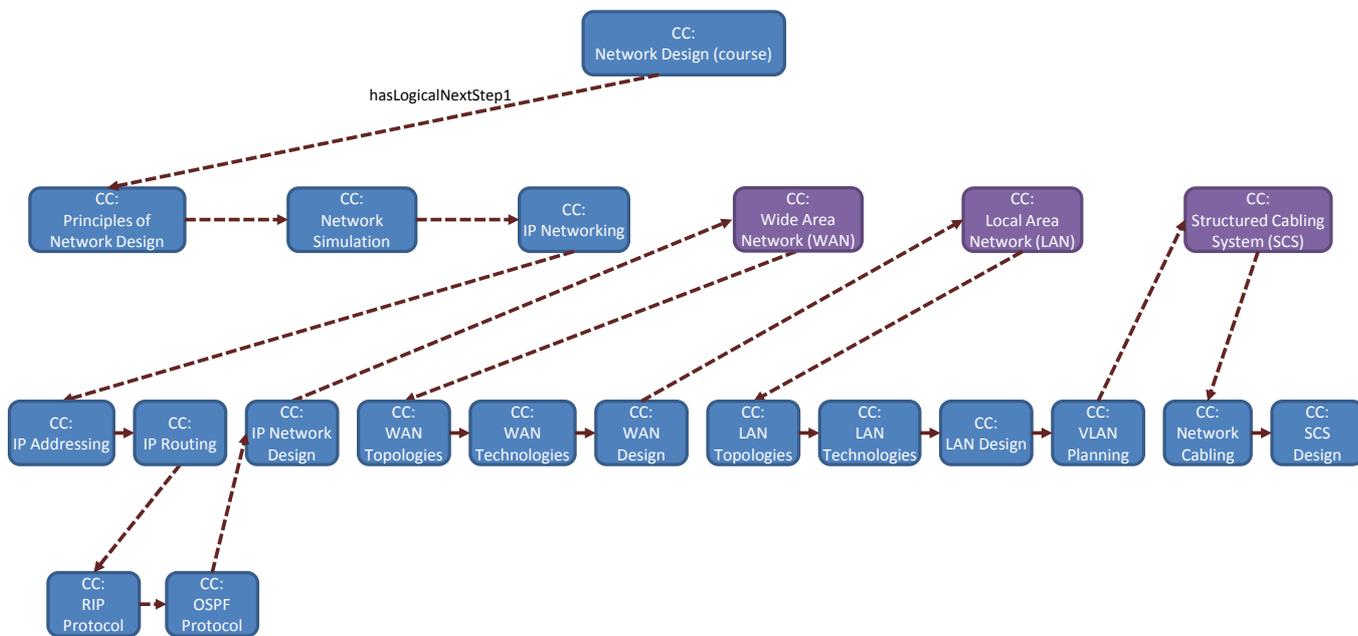


Fig. 3. Camino de Aprendizaje Clásico para el dominio de conocimiento "Diseño de redes"

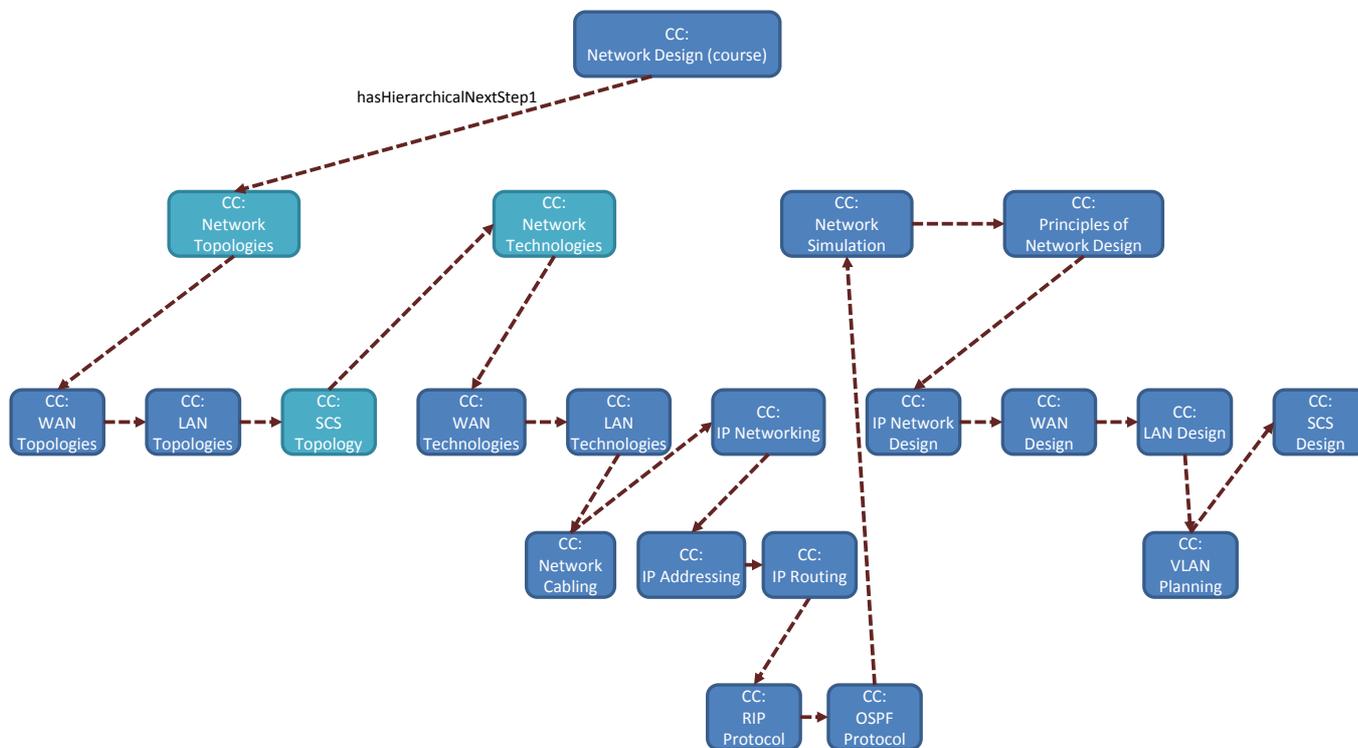


Fig. 4. Camino de Aprendizaje Jerárquico Alternativo para el dominio de conocimiento "Diseño de redes"

Por otra parte, cada CC puede contener uno o más KO de diferente naturaleza o tipo de conocimiento (presentaciones, ejercicios guiados...) y de diferentes características o tipo de medio (texto, imagen, vídeo...) lo cual permitirá definir varios caminos de aprendizaje (micro-nivel).

Así, por ejemplo, para aprender el concepto de cableado de red a los alumnos se les puede ofrecer dos caminos de aprendizaje con diferentes actividades cada uno (ver Fig. 5), uno basado en un camino de aprendizaje multi-estado de buenas prácticas y otro basado en un camino de aprendizaje de investigación estructurada. Por un camino (relaciones en azul), los alumnos reciben una explicación de los diferentes tipos de cableado de red a través del uso de una presentación y una tabla resumen realizadas por el profesor; mientras que por el otro camino (relaciones en granate), a los estudiantes se les presentan varias preguntas sobre diferentes fotos de tipos o elementos de un cableado de red y deben ser ellos quienes los identifiquen, estudien y presenten al resto de compañeros los resultados obtenidos. En ambos casos, posteriormente se les proporciona un ejemplo guiado sobre cómo se debe realizar el cableado de una red a través de un tutorial basado en texto y otro en video (generando así nuevamente dos posibles caminos de aprendizaje) y en un último paso son los propios alumnos los que deben hacer un ejercicio en el que se encarguen de realizar el cableado de una red. Las flechas rosas y verdes identifican distintas aproximaciones o subcaminos a seguir: desde más concreto (vídeo o tabla) hasta más abstracto (texto o presentación con diapositivas) o viceversa. La elección de una u otra aproximación se producirá por una elección del alumno, al ser consultado por INTUITEL, o teniendo en cuenta su historial.

Finalmente, en la Tabla I se puede observar una muestra de cuál sería el comportamiento esperado tanto por parte de los alumnos como por parte del sistema INTUITEL para un fragmento de los caminos de aprendizaje vistos anteriormente.

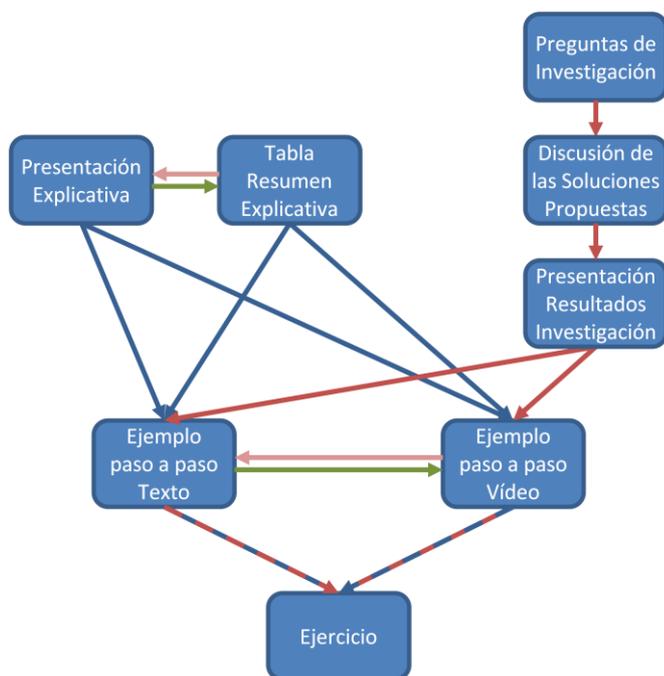


Fig. 5. Ejemplo de diferentes caminos de aprendizaje (micro-nivel) dentro del "CC: Network Cabling".

Tabla I
EJEMPLO DE COMPORTAMIENTO ESPERADO POR EL ESTUDIANTE Y POR INTUITEL PARA DIFERENTES KOS DENTRO DEL "CC: NETWORK CABLING"

KO	Comportamiento esperado del estudiante	Comportamiento esperado de INTUITEL
Presentación Explicativa sobre Cableado de Red (KO_01)	Ver y leer las transparencias durante 8 minutos	Comprobar si el estudiante ya ha completado el KO_02: -Si: Recomendar KO_03 -No: Recomendar KO_02 con un mensaje indicando que este nuevo KO es una visión más concreta del mismo tipo de conocimiento
Tabla Resumen Explicativa sobre Cableado de Red (KO_02)	Ver la tabla y leer su contenido durante 3 minutos	Comprobar si el estudiante ya ha completado el KO_01: -Si: Recomendar KO_03 -No: Recomendar KO_01 con un mensaje indicando que este nuevo KO es una visión más abstracta del mismo tipo de conocimiento

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un modelo cognitivo para la docencia de una asignatura de diseño de redes con soporte en una plataforma Moodle habilitada con interfaces INTUITEL que permitirá ofrecer a los alumnos recomendaciones sobre cuál es el mejor camino de aprendizaje a seguir en cada caso.

El modelo cognitivo creado no es un mapa conceptual completo o una réplica de la estructura de las redes de comunicaciones sino que refleja la visión de los autores sobre los bloques conceptuales que es importante estudiar y conocer en la asignatura de Laboratorio de Diseño y Configuración de Redes así como los caminos de aprendizaje que se pueden seguir.

Actualmente, el modelo está siendo validado, a la vez que se diseñan otros componentes de INTUITEL. El sistema completo estará disponible en el curso 2014-2015, cuando podrá completarse la validación del modelo propuesto.

En el estado actual de validación, los modelos cognitivos se están evaluando mediante discusiones en un *Focus Group* y evaluaciones entre pares mediante cuestionarios. El objetivo es comprobar la completitud de los modelos y si son adecuados para poder ser utilizados por el sistema INTUITEL. Cuando el primer prototipo del sistema esté disponible se podrá evaluar su respuesta aplicando casos de prueba basados en el modelo de conocimiento definido, en los que se describirá la respuesta deseada respecto a posibles comportamientos del estudiante (casos de prueba ficticios), así como pruebas con estudiantes reales que utilizarán el sistema INTUITEL durante el curso 2014-2015. La validación del sistema permitirá comprobar si el modelo cognitivo especificado para el aprendizaje del diseño de redes, constituye un *input* de conocimiento pedagógico eficaz que, junto con otros *inputs* de naturaleza contextual o técnica, posibilita que INTUITEL pueda recomendar caminos de aprendizaje adecuados a los alumnos.

AGRADECIMIENTOS

La investigación que ha dado lugar a estos resultados ha recibido financiación del Séptimo Programa Marco de la

Unión Europea (PM7/2007-2013) en virtud del acuerdo de subvención nº 318496. El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista de la Unión Europea.

REFERENCIAS

- [1] P. Gomes, B. Antunes, L. Rodrigues, A. Santos, J. Barbeira, y R. Carvalho, "Using Ontologies for eLearning Personalization". En Proceedings of the 3rd ELearning Conference-Computer Science Education, 2006.
- [2] M-G. Lee, "Profiling students' adaptation styles in Web-based learning", Computers & Education, vol. 36, n. 2, pp. 121-132, 2001.
- [3] E. Verdú, L.M. Regueras, M.J. Verdú, J.P. de Castro, y M.A. Pérez, "An analysis of the Research on Adaptive Learning: The Next Generation of e-Learning", WSEAS Transactions on Information Science & Applications, vol. 5, n. 6, pp. 859-868, 2008.
- [4] M. Gaeta, F. Orciuoli y P. Ritrovato, "Advanced ontology management system for personalised e-Learning", Knowledge-Based Systems Contents, vol. 22, pp. 292-301, 2009.
- [5] S.R. Heiyanthuduwa y D.D. Karunaratne, "A Learner Oriented Ontology of Metadata to Improve Effectiveness of Learning Management Systems", Special Issue of the International Journal of the Computer, the Internet and Management, vol. 14, no. SP1, pp. 42.1-42.6, 2006.
- [6] S. Sosnovsky, y T. Gavrilova, "Development of educational ontology for c-Programming," International Journal Information Theories & Applications, vol. 13, n. 4, pp. 303-308, 2006.
- [7] G. Ganapathi, R. Lourdusamy y V. Rajaram, "Towards Ontology Development for Teaching Programming Language", En Proceedings of the World Congress on Engineering 2011, vol. 3, pp. WCE 2011, 2011.
- [8] S. Sosnovsky y T. Gavrilova, "Development of Educational Ontology for C-programming", International Journal Information Theories & Applications, vol. 13, pp. 303-308, 2006.
- [9] C. Long, IP Network Design, McGraw-Hill, 2001.
- [10] C. Swertz, A. Schmölz, A. Forstner et al. "A Pedagogical Ontology as a Playground in Adaptive Elearning Environments", En Proceedings of the 5th International Conference on Advanced Science and Technology, 2013 (en prensa).