

# RUSC

Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento  
Universities and Knowledge Society Journal

<http://rusc.uoc.edu>

Vol. 9, núm./no. 1 (enero/January 2012)

ISSN 1698-580x

 **UOC**

Universitat Oberta  
de Catalunya

## RUSC (VOL. 9, N.º 1, ENERO 2012)

Editorial [en español] 1-2

Editorial [en català] 3-4

**Josep M. Duart**

### MISCELÁNEA

Migraciones digitales de lectura y escritura en estudiantes universitarios 5-21

**L. A. Argüello**

Preservación de objetos de aprendizaje en repositorios digitales 22-35

**J. Boté, J. Minguillón**

Didáctica universitaria en la era 2.0: competencias docentes en campus virtuales 36-50

**M. E. del Moral, L. Villalustre**

Redes sociales y espacios universitarios. Conocimiento e innovación abierta en el espacio iberoamericano del conocimiento 51-64

**D. Domínguez, J. F. Álvarez**

Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki 65-85

**M. Palomo, I. Medina, E. J. Rodríguez, F. Palomo**

### MONOGRÁFICO «APRENDIZAJE VIRTUAL DE LAS MATEMÁTICAS»

Aprendizaje virtual de las matemáticas 86-91

**Á. A. Juan, M<sup>a</sup>A. Huertas, H. Cuypers, B. Loch**

El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos 92-114

**D. T. Tempelaar, B. Kuperus, H. Cuypers, H. van der Kooij, E. van de Vrie, A. Heck**

Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual 115-129

**G. Albano**

Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación 130-149

**J. L. Ramírez, M. Juárez, A. Remesal**

Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics 150-165

**M. Meletiou-Mavrotheris, A. Serradó**

Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería 166-183

**M. Blanco, M. Ginovart**

Reseña del libro *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*,  
editado por Á. A. Juan et al. 184-189

**H. Cuypers**

## RESEÑAS

*Superficiales. ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?*, de Nicholas Carr 190-193

**J. P. Molina**

*Diseño y moderación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA)*, de Juan Eusebio Silva 194-197

**J. Salinas**

## RUSC (VOL. 9, No. 1, JANUARY 2012)

Editorial [in English] 198-199

**Josep M. Duart**

## MISCELLANY

University Students' Digital Reading and Writing Migration 200-216

**L. A. Argüello**

Preservation of Learning Objects in Digital Repositories 217-230

**J. Boté and J. Minguillón**

University Teaching in the 2.0 Era: Virtual Campus Teaching Competencies 231-244

**M. E. del Moral and L. Villalustre**

Social Networks and University Spaces. Knowledge and Open Innovation in the Ibero-American  
Knowledge Space 245-257

**D. Domínguez and J. F. Álvarez**

Wikis in Teaching: An Experiment with WikiHaskell and StatMediaWiki 258-277

**M. Palomo, I. Medina, E. J. Rodríguez and F. Palomo**

## DOSSIER "MATHEMATICAL E-LEARNING"

Mathematical e-Learning 278-283

**Á. A. Juan, M<sup>a</sup>A. Huertas, H. Cuypers, B. Loch**

The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics:

A Case Study in the Netherlands 284-305

**D. T. Tempelaar, B. Kuperus, H. Cuypers, H. van der Kooij, E. van de Vrie, A. Heck**

A Knowledge-Skill-Competencies e-Learning Model in Mathematics 306-319

**G. Albano**

Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics  
for Computer Science 320-339

**J. L. Ramírez, M. Juárez, A. Remesal**

Distance Training of Mathematics Teachers: The *Early Statistics* Experience 340-353

**M. Meletiou-Mavrotheris and A. Serradó**

On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year  
Engineering Students in Mathematics Courses 354-370

**M. Blanco and M. Ginovart**

Book Review of *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*,  
edited by Á. A. Juan et al. 371-376

**H. Cuypers**

# Editorial

**Josep M. Duart**

Vicerrector de Posgrado y Formación Continua de la UOC y director de RUSC

El número que ahora presentamos, el primero del noveno año de nuestra *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, RUSC, presenta importantes y destacadas novedades que esperamos que sean del agrado de nuestros suscriptores y lectores.

En primer lugar, hemos cambiado y mejorado la cabecera de la revista. Después de un período de reflexión en el Consejo Editorial y en la dirección y edición de la revista, hemos optado por una cabecera en la que la sigla RUSC adquiere más relevancia, con una tipografía más moderna. El nombre de la revista aparece en español e inglés, dejando clara nuestra apuesta por la edición bilingüe de todos los artículos, y se realzan tres conceptos que marcan el foco de interés de RUSC: *universidad*, *e-learning* y *red*. Esperamos que el resultado sea de vuestro agrado.

Otra novedad destacada de RUSC a partir de 2012 es la adopción del sistema identificador de objeto digital (*digital object identifier*, DOI) de identificación de objetos de contenido en el entorno digital. Cada DOI identifica de manera inequívoca y permanente el objeto con el que está asociado y permite la identificación de las citas de objetos digitales. Se trata de una norma ISO (Organización Internacional para la Estandarización) y, por lo tanto, implica un paso más en la estandarización de la revista. Para más información, se puede consultar la página [www.doi.org](http://www.doi.org).

Además, hemos incorporado la posibilidad de imprimir el número en su totalidad, con la portada incluida.

Por otro lado, además de estas novedades, que mejoran sin duda la edición de la revista y facilitan su posicionamiento como publicación de referencia en la investigación del aprendizaje virtual en la universidad, hemos mejorado nuestras referencias en indexación. Al haber entrado recientemente en la base de datos bibliográfica Scopus, hemos mejorado el índice de difusión en la Matriz de Información para la Evaluación de Revistas (MIAR), que ahora es de 7,345 (<http://miar.ub.es/consulta.php?issn=1698-580X>). Esta mejora en el índice compuesto de difusión secundaria (ICDS) permitirá que RUSC pueda ser reclasificada en la categoría B en la próxima actualización de las listas Carhus Plus (Agencia de Gestión de Ayudas Universitarias y de Investigación, AGAUR).

En RUSC seguimos trabajando para la internacionalización de la revista. En este sentido, durante 2012 tenemos previsto firmar convenios internacionales con importantes instituciones que nos permitirán aumentar la calidad y la periodicidad de la revista.

Entre enero y noviembre de 2011 RUSC ha recibido una media de 9.957 visitas y ha tenido una media de 5.891 usuarios. El total de descargas de PDF durante este período ha sido de 23.886.

Contamos ya con 1.587 suscriptores, a los cuales agradecemos su confianza e interés en RUSC. Finalmente, os presentamos el número actual, que esperamos que sea de vuestro interés. En la sección miscelánea publicamos los siguientes artículos:

- «Migraciones digitales de lectura y escritura en estudiantes universitarios» (L. A. Argüello)
- «Preservación de objetos de aprendizaje en repositorios digitales» (J. Boté, J. Minguiellón)
- «Didáctica universitaria en la era 2.0: competencias docentes en campus virtuales» (M. E. del Moral, L. Villalustre)
- «Redes sociales y espacios universitarios. Conocimiento e innovación abierta en el espacio iberoamericano del conocimiento» (D. Domínguez, J. F. Álvarez)
- «Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki» (M. Palomo, I. Medina, E. J. Rodríguez, F. Palomo)

Y el monográfico de este número es sobre el aprendizaje virtual de las matemáticas. Coordinado por Ángel A. Juan y María Antonia Huertas, de la UOC; Hans Cuypers, de la Universidad de Tecnología de Eindhoven, y Birgit Loch, de la Universidad de Tecnología Swinburne (Melbourne), el dossier ofrece una interesante selección de cinco artículos (originales en inglés y presentados también en la versión traducida al español) que proporcionan una visión completa e internacional de los avances de la enseñanza a distancia de las matemáticas:

- «El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos» (D. T. Tempelaar et al.)
- «Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual» (G. Albano)
- «Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación» (J. L. Ramírez et al.)
- «Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics» (M. Meletiou-Mavrotheris, A. Serradó)
- «Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería» (M. Blanco, M. Ginovart)

El monográfico incluye también una reseña, escrita por H. Cuypers, del libro *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, recientemente publicado por IGI Global.

En último lugar, dos reseñas de libros actuales completan el número de enero de 2012.

## Editorial

**Josep M. Duart**

Vicerector de Postgrau i Formació Contínua de la UOC i director de RUSC

El número que ara presentem, el primer del novè any de la nostra *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, RUSC, presenta novetats importants i destacades que esperem que agradin als nostres subscriptors i lectors.

En primer lloc, hem canviat i hem millorat la capçalera de la revista. Després d'un període de reflexió en el Consell Editorial i en la direcció i edició de la revista, hem optat per una capçalera en la qual la sigla RUSC adquireix més rellevància, amb una tipografia més moderna. El nom de la revista apareix en espanyol i anglès, deixant clara la nostra aposta per l'edició bilingüe de tots els articles, i es realcen tres conceptes que marquen el focus d'interès de RUSC: *universitat, e-learning i xarxa*. Esperem que el resultat us agradi.

Una altra novetat destacada de RUSC a partir del 2012 és l'adopció del sistema identificador d'objecte digital (*digital object identifier*, DOI) d'identificació d'objectes de contingut a l'entorn digital. Cada DOI identifica d'una manera inequívoca i permanent l'objecte amb el qual està associat i permet la identificació de les citacions d'objectes digitals. Es tracta d'una norma ISO (Organització Internacional per a l'Estandardització) i, per tant, implica un pas més en l'estandardització de la revista. Per a més informació, podeu consultar la pàgina [www.doi.org](http://www.doi.org).

A més, hem incorporat la possibilitat d'imprimir el número íntegrament, amb la portada inclosa.

D'altra banda, a més d'aquestes novetats, que sens dubte milloren l'edició de la revista i en faciliten el posicionament com a publicació de referència en la recerca de l'aprenentatge virtual a la universitat, hem millorat les nostres referències en indexació. En haver entrat recentment a la base de dades bibliogràfica Scopus, hem millorat l'índex de difusió a la Matriu d'Informació per a l'Avaluació de Revistes (MIAR), que ara és de 7,345 (<http://miar.ub.es/consulta.php?issn=1698-580X>). Aquesta millora en l'índex compost de difusió secundària (ICDS) permetrà que RUSC es pugui reclassificar en la categoria B en la propera actualització de les llistes Carhus Plus (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca, AGAUR).

A RUSC continuem treballant per la internacionalització de la revista. En aquest sentit, durant el 2012 hem previst signar convenis internacionals amb institucions importants que ens permetran augmentar la qualitat i la periodicitat de la revista.

Entre gener i novembre del 2011 RUSC ha rebut una mitjana de 9.957 visites i ha tingut una mitjana de 5.891 usuaris. El total de baixades de PDF durant aquest període ha estat de 23.886.

Tenim ja 1.587 subscriptors, als quals agraiem la confiança i l'interès en RUSC.

Finalment, us presentem el número actual, que esperem que us interessi. A la secció miscel·lània publiquem els articles següents:

- «Migracions digitals de lectura i escriptura en estudiants universitaris» (L. A. Argüello)
- «Preservació d'objectes d'aprenentatge en repositoris digitals» (J. Boté, J. Minguillón)
- «Didàctica universitària en l'era 2.0: competències docents en campus virtuals» (M. E. del Moral, L. Villalustre)
- «Xarxes socials i espais universitaris. Coneixement i innovació oberta en l'espai iberoamericà del coneixement» (D. Domínguez, J. F. Álvarez)
- «Wikis en docència: una experiència amb WikiHaskell i StatMediaWiki» (M. Palomo, I. Medina, E. J. Rodríguez, F. Palomo)

I el monogràfic d'aquest número és sobre l'aprenentatge virtual de les matemàtiques. Coordinat per Àngel A. Juan i María Antonia Hortes, de la UOC; Hans Cuypers, de la Universitat de Tecnologia d'Eindhoven, i Birgit Loch, de la Universitat de Tecnologia Swinburne (Melbourne), el dossier ofereix una interessant selecció de cinc articles (originals en anglès i presentats també en la versió traduïda a l'espanyol) que donen una visió completa i internacional dels avenços de l'ensenyament a distància de les matemàtiques:

- «El paper dels exàmens formatius digitals en l'aprenentatge virtual de matemàtiques: un estudi de cas als Països Baixos» (D. T. Tempelaar et al.)
- «Coneixements, destreses i competències: un model per a aprendre matemàtiques en un entorn virtual» (G. Albano)
- «Teoria de l'activitat i disseny de cursos virtuals: l'ensenyament de matemàtiques discretes en ciències de la computació» (J. L. Ramírez et al.)
- «Formació a distància per a professors de matemàtiques: l'experiència d'EarlyStatistics» (M. Meletiou-Mavrotheris, A. Serradó)
- «Els qüestionaris de l'entorn Moodle: la seva contribució a l'avaluació virtual formativa dels alumnes de matemàtiques de primer any de les titulacions d'enginyeria» (M. Blanco, M. Ginovart)

El monogràfic també inclou una ressenya, escrita per H. Cuypers, del llibre *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, publicat recentment per IGI Global.

En darrer lloc, dues ressenyes de llibres actuals completen el número de gener del 2012.



## ARTÍCULO

# Migraciones digitales de lectura y escritura en estudiantes universitarios

**Luis Alfonso Argüello Guzmán**

[luis.arguello@campusucc.edu.co](mailto:luis.arguello@campusucc.edu.co)

Universidad Cooperativa de Colombia

Fecha de presentación: febrero de 2011

Fecha de aceptación: junio de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

## Cita recomendada

ARGÜELLO, Luis Alfonso (2012). «Migraciones digitales de lectura y escritura en estudiantes universitarios» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 5-21 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-arguello/v9n1-arguello>>

ISSN 1698-580X

## Resumen

Este texto presenta un fenómeno comunicacional de lectura y escritura en el horizonte de los nuevos medios electrónicos. El diseño metodológico es de carácter etnográfico por cuanto se ha realizado un registro de observación de situaciones de escritura y lectura. El análisis se realiza a partir de las categorías de cultura material escrita, interacción texto-pantalla, intertextualidad, migraciones digitales y convergencia de alfabetos. Los resultados se hacen evidentes en las migraciones digitales del lector y escritor universitario al organizar una página, en la influencia de Google en la búsqueda y selección de fuentes documentales y bibliográficas, así como en la forma de incorporar citas en los textos.

## Palabras clave

nativos digitales, pantallas digitales, cultura material escrita, jóvenes universitarios

## *University Students' Digital Reading and Writing Migration*

### *Abstract*

*This paper discusses the impact of new electronic media on young university students' reading and writing habits. The methodological design is ethnographic and involved an observation register of reading and writing situations. The analysis was based on several categories: written-material culture, text-screen*

*interaction, intertextuality, digital migration and the convergence of literacies. The results show that the digital migration of university readers and writers is evident from the way they structure a document, from Google's influence on the search for and selection of documentary and bibliographic sources, and from the way they incorporate citations in texts.*

### **Keywords**

*digital natives, digital screens, written-material culture, young university students*

## **Introducción**

### **1. Campo de problemas**

La convergencia de pantallas electrónicas ha familiarizado a los jóvenes con estilos de vida mediados por las tecnologías de la información y la comunicación. Los interrogantes que se generan desde esta perspectiva son:

- *¿Qué interacciones comunicativas e interactividades electrónicas construye el joven universitario en torno a las pantallas electrónicas que median en su producción textual?*
- *¿Las pantallas electrónicas organizan la producción textual de los jóvenes universitarios?*
- *¿Cuáles son las prácticas de lectura y escritura de los jóvenes universitarios?*

### **2. Antecedentes**

Ingresar en el horizonte de los antecedentes de la investigación en la que se basa este artículo obliga a reconocer tres dominios referenciales: el de *jóvenes, pantallas, medios digitales*, el de *internet y jóvenes universitarios* y el de *prácticas de lectura y escritura en la universidad*.

#### **2.1 Jóvenes, pantallas, medios digitales**

La investigación sobre *jóvenes, pantallas, medios digitales* ha dejado una estela de estudios en Latinoamérica. En estos estudios se han ido fraguando conceptos como *jóvenes.com, generación multimedia, generación digital*. La profesora María Teresa Quiroz ha publicado dos libros titulados *Jóvenes e Internet. Entre el pensar y el sentir* (2004) y *La edad de la pantalla. Tecnologías interactivas y jóvenes peruanos* (2008). El primero tiene como escenario de trabajo la ciudad de Lima y aborda el pensar y el sentir de los jóvenes escolares limeños en torno a la televisión, el computador, los videojuegos e internet a partir de entrevistas y grupos focales de discusión que aproximan a las concepciones que tienen los jóvenes sobre el libro, la comunicación virtual (*chat*, Messenger), la escuela, el profesor, el país y el propio proyecto de vida. El segundo libro aborda los cambios que surgen del acceso y uso de las TIC y las nuevas formas de sensibilidad tomando como realidad la escuela y los nuevos medios

de comunicación, aunque el escenario de trabajo son las ciudades de Chiclayo (ciudad de la costa), Iquitos (ciudad de la selva) y Cusco (ciudad de la sierra).

El texto «Náufragos y navegantes en territorios hipermediales: experiencias psicosociales y prácticas culturales en la apropiación del Internet en jóvenes escolares» de Julio Cabrera Paz (2001) forma parte de un proyecto de investigación en el marco de la convocatoria titulada «Concurso de proyecto de investigación sobre impactos sociales de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en Latinoamérica y el Caribe». Se explora la inserción de internet en el ámbito de la cultura escolar y el uso de internet. El diseño metodológico tuvo un enfoque psicosocial basado en un modelo cualitativo etnográfico con la aplicación de 76 encuestas en seis instituciones escolares de Bogotá (Colombia) y un grupo focal con 16 participantes.

En Bolivia se ha desarrollado una experiencia de trabajo desde la línea de investigación «TIC para el desarrollo». Los investigadores Patricia Uberhuaga Candia, Orlando Arratia Jiménez y Mariela García Miranda han realizado un trabajo con jóvenes de Cochabamba (2005 y 2006). Los resultados se publican en dos libros: *Entre lo colectivo y lo individual. El puente de transición de las identidades de los jóvenes en el uso del Internet* (2005) y *Jóvenes.com. Internet en los barrios populares de Cochabamba* (2006). En el primero se exploran el impacto de las tecnologías de la información y la comunicación, el uso de internet y su expresión en la subjetividad de los jóvenes bolivianos de Cochabamba, tomando como trabajo de campo tres barrios populares de esta ciudad. En el segundo se abordan las prácticas culturales propias de los barrios populares de Cochabamba y la interacción de los jóvenes con internet con relación al entretenimiento.

Roxana Morduchowics elabora un trabajo que titula *La Generación Multimedia. Significados, consumos y prácticas culturales de los jóvenes* en el que realiza una aproximación sobre las nuevas generaciones que transitan por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El texto se basa en una encuesta realizada en Argentina con una representatividad nacional de 3.330 jóvenes y 3.300 adultos en 3.300 hogares, en el marco del programa «Escuela y medios» del Ministerio de Educación. En el libro se exploran los significados, los usos y las prácticas culturales de *mirar la televisión, escuchar música, leer libros, hablar por teléfono móvil y navegar por internet*.

La investigación sobre *jóvenes, pantallas, medios digitales* también ha dejado una estela de trabajos relevantes en Canadá, Francia, Inglaterra, Estados Unidos y Noruega. Los trabajos titulados «Les jeunes et Internet: Représentations, usages et appropriations» (2001) de Évelyne Bevort e Isabelle Bréda y «Les jeunes et Internet. Représentations, utilisation et appropriation» (2001) de Jacques Piette, Christian-Marie Pons, Luc Giroux y Florence Millerand recogen los resultados obtenidos en Francia y Canadá (Québec), en el marco de un proyecto conjunto sobre «Jóvenes e internet» entre Francia, Canadá (Québec), Bélgica, España, Italia y Suiza.

El primer trabajo se realizó en París (gran ciudad) y La Rochelle (pequeña ciudad); el segundo trabajo se llevó a cabo en Montreal (gran ciudad) y Sherbrooke (pequeña ciudad). El protocolo común de los informes conjuntos tiene como parámetros explorar las representaciones de los jóvenes sobre el fenómeno de internet, los contenidos en línea y el impacto social, familiar y escolar de la utilización de internet; además, el trabajo examina la apropiación de las tecnologías de internet en la vida cotidiana a partir comportamientos, modos de aprendizaje, hábitos de consumo mediático y atención;

por último, determina la frecuencia de uso, la duración de la conexión, el lugar y las condiciones de acceso. El diseño metodológico se basó en un cuestionario y entrevistas (24 en ambos casos), con una población de 524 jóvenes (para la parte francesa) y 576 (para la parte canadiense).

El trabajo titulado «Living and Learning with media: Summary of finding from de Digital Youth Project» (2008) es la publicación resumida de los resultados del proyecto «Digital Youth Research» desarrollado en Estados Unidos desde la Universidad de California (Irvine) bajo la orientación de la antropóloga Mimi Ito. En los resultados se identifican tres géneros de participación: «*hanging out*» (comportamiento de los jóvenes internautas que usan mensajes con herramientas digitales para estar en contacto con sus amigos sin una intención predeterminada), «*messing around*» (práctica social e interactiva en la que los jóvenes navegantes buscan información en línea, sin una intención previa, con acceso a los recursos digitales en línea) y «*geeking out*» (práctica social y digital de navegación bajo la experticia de las herramientas digitales y la participación en comunidades especializadas de expertos en línea). En el diseño del proyecto se realizaron 659 entrevistas semiestructuradas, 28 diarios de estudio y grupos focales con 67 participantes, 10.468 perfiles de Myspace y Facebook y 15 foros de discusión focal en línea.

«Young people new media» de Sonia Livingstone y Moira Bovill (1999) es el informe final del proyecto «Children, Young People and the Changing Media Environment» realizado en Gran Bretaña. Este proyecto se desarrolla a partir de los referentes categoriales que van de *niñez a niñez y juventud*, de *televisión a ecosistema de medios* y de *efecto de los medios a usos y significados de los medios*. Explora los nuevos medios con relación al cambio social según el contexto público/privado, la diversificación de los estilos de vida, la convergencia de actividades (trabajo, relaciones, educación) y los cambios en los modos de comunicación. El diseño metodológico del proyecto tuvo una fase cualitativa (entrevistas con más de 200 niños y jóvenes en 27 grupos) y una fase cuantitativa con un cuestionario realizado a 1.303 jóvenes en casa.

«Onliners. A report about youth and internet» de Taran L. Bjørnstad y Tom Ellingsen (2004) es un informe de investigación desarrollado en Noruega, auspiciado por The Norwegian Board of Film Classification, sobre jóvenes y usos de internet según varios parámetros: rol, usos y significados, encuentros entre contenido disponible y preferencias personales en el uso del contenido. El estudio aborda el primer contacto de los jóvenes con internet, lugares de uso, correo electrónico (Hotmail), chateo, juegos en internet, internet y Obvies (descarga de música), internet y cultura escolar, y usos del contenido disponible. El diseño metodológico utiliza como estrategia una aproximación cualitativa. En el proceso de investigación se seleccionó a una escuela A que tiene internet como área focal de enseñanza y una escuela B que no tiene internet como área focal de enseñanza. Se realizaron 40 entrevistas a 40 estudiantes de 8º y 10º curso.

## 2.2 Internet y jóvenes universitarios

La investigación sobre *jóvenes universitarios e internet* ha dejado un rastro de trabajos en los cuales se estudian las *representaciones*, los *usos* y los *significados de internet*. El informe «Patrones de uso de internet en estudiantes universitarios» de Montserrat Sánchez Ortuño, María Raquel Sánchez Ruiz y

Agustín Romero Medina (2000) recoge los resultados de investigación de un proyecto que analiza diferencias según las variables de uso de internet: aplicaciones más utilizadas, motivos de conexión, duración de la sesión y uso adictivo de internet. El diseño metodológico tuvo como instrumento una encuesta a 113 estudiantes de la Universidad de Murcia.

«Uso de internet por los estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid» de Eva Medina (2002) y José Vicens Otero analiza el uso de internet por parte de los estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid. Se trata de un uso de carácter profesional y académico, y los servicios más utilizados son el correo electrónico, la búsqueda de información general y la búsqueda de información de estudio. El diseño de investigación se realizó con una muestra de 765 estudiantes encuestados, con representación de las facultades y escuelas de Magisterio, Medicina, Derecho, Psicología, Filosofía, Economía, Química, Biológicas, Física e Informática.

«Conocimientos, habilidades y características del acceso a Internet en estudiantes de medicina de una Universidad Peruana» de Pedro Horna, Walter Curioso, Carlos Guillén, Carla Torres y Jorge Kawano es un artículo que estudia los conocimientos, las habilidades y las características del acceso a internet en los estudiantes de medicina de pregrado de la Universidad Cayetano Heredia. Los servicios más utilizados son el correo electrónico y los juegos. Entre los estudiantes no existe un dominio de herramientas focalizadas en la búsqueda de información sobre salud. El diseño de investigación se estructuró a partir de una encuesta a 272 estudiantes de medicina (de una población matriculada de 690).

### 2.3 Prácticas de lectura y escritura en la universidad

Las investigaciones sobre *prácticas de lectura y escritura en la universidad* involucran variables como acceso a los textos, hábitos y frecuencia de lectura, y tipo de textos. «Realidad y simulación de la lectura universitaria: el caso de la UAEM» de Guadalupe Carrillo Torea (2007) es un estudio exploratorio, realizado a través de encuestas a estudiantes de la Universidad Autónoma del Estado de México, para conocer el nivel lector que poseen, sus vicios de lectura y la proyección de su nivel cultural. El diseño de investigación se organizó a partir de una encuesta.

«Las prácticas de lectura en estudiantes universitarios» de Ana Teberosky, Joan Guhrdia y José Escoriza (1996) recoge una investigación exploratoria que describe las prácticas de lectura de estudio o el ejercicio de esta habilidad en una selección de 243 estudiantes de Psicología y 156 estudiantes de Magisterio de la Universidad de Barcelona. Por otra parte se describe el material de lectura y estudio que utilizan los estudiantes para sus cursos y su disponibilidad en la biblioteca. El diseño metodológico se fundamentó en un test de medida indirecta de la exposición al material de lectura y su correlación con el nivel académico de los estudiantes universitarios. La investigación concluye que el futuro de la lectura en educación superior presenta tres tipos de lectura: la lectura superficial que sólo extrae información para el examen, la lectura fragmentaria que rompe la relación entre contenido y medio y la lectura anónima sin títulos ni autores.

*Lectura y escritura en la universidad: una investigación diagnóstica* de Mireya Cisneros (2005) es un libro publicado como resultado de la investigación «Estrategias de lectura y escritura usadas por

estudiantes que ingresan a la universidad». El proyecto se organizó a través de un corpus de textos expositivos y argumentativos leídos por 1.413 estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira con quienes se trabajaron procesos de comprensión lectora y construcción de textos.

El libro *Lecturas y escrituras juveniles. Entre el placer, el conformismo y la desobediencia* de Giovanna Carvajal Barrios (2008) presenta los resultados de una investigación sobre las prácticas de lectura de los jóvenes universitarios en el marco de los procesos de producción y consumo cultural. La investigación estudia las prácticas de lectura y escritura de cinco estudiantes de la Universidad del Valle y sus modos de leer y escribir. El diseño metodológico es de carácter cualitativo y se registraron los cinco casos a partir de grupos de discusión y entrevistas en profundidad.

## Método

### 3. Diseño metodológico

Esta investigación cualitativa se organizó en torno a la observación y el seguimiento de situaciones comunicativas y educativas, la descripción de representaciones textuales y la sistematización de anotaciones descriptivas.

Para la organización de los grupos focales de discusión se tomaron como referentes de discusión los cursos Competencias comunicativas y Diseño de investigación realizados en los periodos académicos I-II de 2009. Se trabajaron tres grupos focales de discusión:

- Grupo 1: «El lector y escritor universitario», con una participación de 11 estudiantes.
- Grupo 2: «Internet en la universidad», con una participación de 11 estudiantes.
- Grupo 3: «Valoración del libro», con una participación de 33 estudiantes.

En el marco de los grupos focales de discusión se realizaron 20 entrevistas a estudiantes en 2009 (periodo I-II) en el marco del curso Competencias comunicativas del programa académico de Ingeniería de Sistemas.

Los estudiantes que formaron parte de estos grupos focales son jóvenes con edades comprendidas entre los 16 y los 21 años, que provienen de familias de la zona urbana y suburbana sobre la que tiene influencia la sede de esta universidad. Sus rasgos personales de apropiación tecnológica están estructurados por la posesión propia de equipos portátiles que llevan a la universidad, además de tener competencias de conectividad a redes sociales y portales de navegación por internet.

La recopilación de la información textual que apoya el registro documental cubre el período académico I de 2008 (I/08), II de 2008 (II/08) y I de 2009 (I/09) a partir de los trabajos del curso Formulación de proyectos de investigación del programa académico de Ingeniería de Sistemas. En el período académico I de 2008 se registraron seis trabajos impresos en papel y en archivo adjunto de correo. En el período académico II de 2008 se registraron nueve trabajos académicos impresos en papel y dos en archivo adjunto de correo electrónico. En el período académico I de 2009 se registraron cinco

trabajos impresos en papel y en archivo adjunto de correo electrónico. En el periodo académico II de 2009 se registraron veinte trabajos impresos en papel.

#### 4. Categorías de análisis

Es necesario preguntarse desde que óptica de análisis se podría abordar la complejidad de los acontecimientos adolescentes asociados a un mundo académico que ha fijado la palabra impresa en el libro y cómo estos jóvenes universitarios convierten la lectura y la escritura en un asunto de interconexión e intertextualidad.

El asunto de la interconexión trata de la vinculación de los jóvenes universitarios a un mundo de interactividad que genera ritos de paso de una cultura analógica a una cultura digital. El asunto de la intertextualidad pone en cuestión la producción textual impresa en el tránsito del texto escrito en papel a la producción de documento en la superficie de una pantalla.

En este tramado de conceptos se intentan estudiar las respuestas, usos, prácticas, hábitos y desempeños de los estudiantes universitarios en los procesos de lectura y escritura a partir de las siguientes categorías de análisis: cultura material escrita, interacción texto-pantalla y migraciones digitales.

##### 4.1 Cultura material escrita

La cultura textual se hace evidente en las inscripciones impresas en papel o en las inscripciones digitales «pantallizadas» que estructuran los dominios cognitivos de los procesos de lectura y escritura (Chartier, 1995; Vanderdorpe, 2003) en el horizonte de los nuevos medios de escritura, lectura, consulta y tratamiento de información textual y en el horizonte de un tipo de cultura material escrita (Petrucci, 2003). Esta valoración textual supone distinguir, tal como hace Raffaele Simone (1998, 2001), entre el libro como soporte textual cerrado y el texto como superficie de materialidad abierta en cualquier soporte.

##### 4.2 Interacción texto-pantalla

La «pantallización» (Turkle, 1998; Levis, 2009) del texto, junto con la transformación del soporte de lectura y escritura, se hace evidente en una nueva generación de jóvenes con un capital cultural centrado en lo popular y en los medios electrónicos (Morduchowics, 2003; Buckingham, 2000), jóvenes que instauran una interacción discursiva entre el ser humano y el computador (Herrings, 2001).

##### 4.3 Migraciones digitales

En el contexto de la indagación en la que se basa esta investigación, las migraciones digitales de los estudiantes (nativos digitales) no transitan por las secuencias lineales de la cultura impresa (Mead, 1970) sino que se interconectan a partir de la electrificación y la digitalización de la mente conectada en redes de navegación, búsqueda y consulta. En este nivel se presentan dos vocabularios y dos alfabetizaciones en choque generacional (Mead, 1970): lo analógico impreso y lo digital «pantallizado».

En este sentido se produce un régimen semántico y ontológico de los inmigrantes y nativos digitales (Prensky, 2001; Boschma, 2008; Montgomery, 2006; Palfrey y Glasser, 2008).

## Resultados

### 5. Migraciones digitales de lectura y escritura

el auge de internet ha modificado la manera de realizar consultas de fuentes documentales y bibliográficas para la redacción de trabajos universitarios, ya que en su espacio de potencialidades de búsqueda ilimitada se pueden localizar libros digitales, publicaciones seriadas electrónicas, bases de datos especializadas y portales de contenido y búsqueda que facilitan la localización y la consulta de temas, textos y autores.

Los procesos de lectura y escritura de los estudiantes universitarios dejan un rastro de valoración del libro como objeto de aprendizaje, uso y hábitos de acceso a internet en la universidad, así como textos que interactúan con otros textos (lo que aquí se denomina «palimpsestos digitales»).

#### 5.1 Valoración del libro

El libro es aún el punto de referencia desde el cual los jóvenes universitarios valoran los procesos de lectura, lo que indica que, a pesar de no tener hábitos de lectura lineal fuerte, sí que lo consideran un referente inmediato, asociado a un procesamiento de información no disponible en su totalidad. El libro sigue siendo un eje constitutivo de la búsqueda de información para el estudio.

**Est. N:** *Los libros dan información más completa de los temas de clase, internet sólo da información resumida... hay tantos documentos en internet de un mismo tema... un libro es más completo...*

**Est. J:** *Mire profesor Argüello, los libros son muy importantes para estudiar... pero no son divertidos... mire nomás el Cálculo de Penney... el libro de Cálculo no es divertido.*

El libro se encuentra en una intersección de intereses entre ser divertido y existir como objeto físico de lecturas obligatorias. En este tránsito, se le percibe como objeto físico asociado a la lectura obligatoria de estudio de temas de clase.

**Est. M:** *Los libros que nos llevan los profesores a clase no gustan... y lo peor es que nos llevan fotocopias borrosas y hasta mutiladas... sin títulos y sin saber quien escribió eso... así es muy aburrido leer... ¿entonces que hago? Pues tecleo el nombre del autor y el título del libro fotocopiado... en Google aparece todo...*

En este punto, el libro como objeto de conocimiento es valorado por su practicidad curricular ya que el acceso a la información se limita al contenido del curso, con lo que se cruza el contenido mismo y se da una proximidad entre el contenido del libro y el contenido del curso. En este nivel se produce



el encuentro de dos modos de acceso a la información académica: desde el libro, limitada y centrada en el curso, y desde internet, abierta y complementaria al contenido del curso.

**Est. J:** *(continuación)... El libro de Cálculo no es divertido... y además el solucionario de ejercicios esta en internet... lo que explica el profesor en el tablero es a veces tan confuso que se hace más fácil con simulaciones en las pantallas del computador... puede haber ejercicios en el libro que en las páginas de matemáticas se ven más fáciles.*

Al presentarse la valoración del libro a partir de complementos textuales desde diferentes formatos, los estudiantes incorporan un componente de obligatoriedad al libro impreso como objeto de conocimiento restringido y de enseñanza, lo que les desmotiva para acercarse al mismo. Entre los estudiantes universitarios, el libro tiene un lastre de seriedad y dureza asociado a la lectura de estudio, en el marco de una tradición escolar universitaria que ha motivado la asociación entre libro y *lectura de estudio* como actividad académica obligatoria.

**Est. N:** *no es que no leamos... si los libros que en Sistemas utilizamos son prácticos... no hay tiempo de pensar con el libro de Cálculo... o con el de Sistemas Operativos... hay profesores que ni siquiera nos llevan bibliografía... algunos ni siquiera entregan el programa del curso... meterse a un libro es de tiempo... y de paciencia... yo trabajo y leo lo de clase...*

## 5.2 Internet en la universidad

El uso de internet en la universidad por parte de los estudiantes se encuentra en proporción del impacto de los usos y significados personales de los servicios de Internet por su novedad informativa y actualidad de lo visto en la página electrónica asociada a pantalla de interacción informacional y contacto social. Los usos de internet pasan por la valoración del acceso a los contactos personales y la búsqueda de información según los intereses individuales de cada estudiante.

**Est. L:** *Si un estudiante no sabe navegar por internet... ¿cómo hace los trabajos que le piden en clase? En internet está toda la información... si no sabe de internet ¿cómo hace el trabajo?*

Aquí se puede observar que los estudiantes emiten una valoración tomando las partes por el todo: un servicio (Messenger) se asimila al conjunto de la red y se le asigna una función utilitaria (realizar los trabajos universitarios).

De esta manera se observa que los estudiantes acceden a la pantalla digital bajo unos criterios de secuencialidad propuestos por los mismos intereses de atención y conectividad: este comportamiento esta regulado por el tipo de servicio al que acceden en primer término (Messenger) y al que acceden en último lugar (Google).

**Est. V:** *Profe, cuando una ingresa a la sala de Sistemas de la universidad me da angustia porque no puedo ver de primera Messenger... por eso en la sala de Sistemas sólo uso los equipos para abrir Google...*

*abrir pestañas... escoger párrafos... copiar para entregar un trabajo... en mi pieza si me siento bien porque puedo ver Messenger mientras hago un trabajo de la universidad.*

En términos de acceso y disponibilidad, no es lo mismo acceder a internet desde un lugar público (sala de Sistemas Informáticos de la universidad) que hacerlo desde casa, aunque se mantiene una misma rutina según lo expuesto en el grupo focal de discusión 2, «Internet en la universidad».

**Est. K:** *Mire, profe Argüello uno prende el equipo... claro si estoy en mi cuarto... de entrada el primer pantallazo es Messenger, abro Youtube para ver videos, reviso Facebook y luego sí, abro Google para buscar información sobre un trabajo...*

**Est. B:** *En mi casa el computador es de todos... cuando llego de la universidad lo primero que hago es entrar en Messenger para conversar con mis amigas de lo que nos pasó en el día... en Facebook trato de saber de una prima que vive en otra ciudad... el trabajo de la universidad lo dejo para lo último o lo hago en las salas de Sistemas...*

Los estudiantes universitarios mantienen tres rutinas espaciales para el acceso a internet: desde las salas de computación del Departamento de Sistemas Informáticos de la universidad, desde los equipos instalados en las salas de la Biblioteca, y desde el salón de clase bajo la infraestructura tecnológica de la red inalámbrica.

## 6. Palimpsestos digitales

Para el lector y escritor universitario que recurre a los recursos de archivo y almacenamiento de internet, la lectura se asocia a la fragmentación de documentos que transforma el fragmento en un intertexto sin referente de autoría, edición ni titulación explícita. Ahora bien, esta fragmentación no tiene una lógica en la operación de selección e incorporación del fragmento a la pantalla en blanco, con lo que se destruye la estabilidad del texto cerrado.

Esta inestabilidad textual del registro «pantallizado» de escritura en un trabajo escolar universitario podría llamarse *palimpsesto digital*, ya que los estudiantes universitarios reutilizan fragmentos de textos digitalizados, es decir, copian y pegan fragmentos que luego borran y olvidan como archivo. La superficie del texto (en papel o pantalla) se convierte en *palimpsesto digital* cuando el estudiante organiza la página o la pantalla con los fragmentos de textos digitalizados a modo de ensamble.

### 6.1 Búsqueda de fuentes documentales y bibliográficas

De los veinticinco documentos revisados, siete mantienen referencias bibliográficas con las entradas:

- [www.google.com.co](http://www.google.com.co)
- <http://www.monografias.com/.../tesisgrado/tesisgrado.shtmltesisymonografias.blogspot.com/>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/informaci%C3%B3n>

Estas entradas corresponden a una consulta solicitada por el profesor para revisar estructuras textuales sobre el modo de elaborar una monografía. Su transcripción se da en términos del dominio y la ruta de disponibilidad, pero no se tiene en cuenta ni la autoría ni la titulación del documento.

**Prof.:** *¿De dónde sacó el modelo para construir estas referencias bibliográficas de Google, monografía.com y wikipedia? (entrevistador)*

**Est. N:** *Es que si los profesores no nos dan bibliografía pues uno busca con términos generales en Google... muchos de esos capítulos de libros fotocopiados no tienen autor ni títulos... por eso pone en la bibliografía Google o Wikipedia o monografía.com... yo miré otro trabajo y por eso la puse así. (entrevistado)*

En este punto se presenta la bibliografía con una hibridación de referencias en papel y referencias electrónicas, con un tipo de entradas como las siguientes:

- <http://books.google.com/books?id=x2LpgZ>
- *Beekman G. Introducción a las computadoras*, publicado por Pearson Educación. 2000.

En la primera entrada se presenta la ruta de disponibilidad del libro electrónico sin datos de autor, título o editor; en la segunda se presenta una referencia bibliográfica en papel con la estructura: *autor, título, editorial y fecha*, aunque falta *lugar de edición y páginas*.

**Prof.:** *¿Cuál fue su idea para redactar estas dos entradas de referencias bibliográficas digitales? (entrevistador)*

**Est. Y:** *No profe... no me la inventé... usted nos dijo que había que poner los datos completos de la localización del documento... y eso fue lo que hice... esa es la ruta de acceso a estas páginas... ahí está la página. (entrevistado)*

**Prof.:** *¿Estos enlaces son de páginas de documentos que se encuentran en estas páginas? (entrevistador)*

**Est. Y:** *No profe... son de las páginas... los documentos y las páginas son lo mismo... si una página no tiene quién la hizo pues no tiene autor... ¿cómo se pone en la bibliografía?... y si el profesor no lo explica se pone que no se sabe qué hacer. (entrevistado)*

Desde el momento en que se localiza un fragmento de texto hasta el momento en que se incorpora a otro texto, como un montaje textual en la página «pantallizada» de Word, se produce una estructuración hipertextual que organiza la superficie de la pantalla.

**Prof.:** *¿Tecléo una palabra en Google, luego que hace? (entrevistador)*

**Est. M:** *Mire profe, yo abro todas las pestañas al mismo tiempo... reviso y lo que entiendo lo sombro y escojo para utilizar en una hoja de Word... control c y control v. (entrevistado)*

**Prof.:** *¿Qué busca en Google?*

**Est. M:** *Busco información de lo que dice el profesor... para un ensayo... a los profesores les ha dado por poner ensayos...*

## 6.2. Copiar y pegar

«Copiar y pegar» es una forma de producción textual que se fundamenta en la apropiación de intertextos sin reconocer la fuente de la que se extrae el fragmento; es la reproducción literal de un fragmento de texto mediante cita o alusión a través de una modalidad de composición denominada *Ctrl C + Ctrl V*.

En los trabajos académicos de los estudiantes universitarios se presentan dos variantes de «copiar y pegar»: formal textual y formal tipográfico (Argüello, 2009a).

*6.2.1. Copiar y pegar: lo formal textual.* En los documentos producidos por los estudiantes se configuran las siguientes prácticas de «copiar y pegar»:

- *Mediante la extracción* de un fragmento de un texto A, de búsqueda digital, y su incorporación a un texto B, un trabajo universitario, sin poner de manifiesto ninguna vinculación textual con el texto original apropiado y sin mantener una correspondencia con el texto vinculante.
- *Mediante la incorporación* de citas de un texto vinculado A en el cuerpo textual de un texto vinculante B, sin ninguna referencia explícita mediante pie de página o estructura de referencia (apellido, fecha, página).
- *Mediante la mención* de un autor en el cuerpo textual pero sin presentar referencia interna en la redacción, ni presentar pie de página o insertar la referencia en la bibliografía final.

*6.2.2. Copiar y pegar: lo formal tipográfico.* En los documentos producidos por los estudiantes se configuran las siguientes prácticas de «copiar y pegar»:

- *Por una multiplicidad de tipos de fuente* en un mismo texto (cuatro trabajos presentan la combinación Verdana y Times New Roman, trece la combinación Arial Normal y Arial Web y dos Arial Web y Trebuchet).
- *Por la distinción en el tamaño de la fuente* (cuatro trabajos presentan la combinación Verdana 8,5 y Times New Roman 12, trece la combinación Arial Normal 12 y Arial Web 10, y dos la combinación Arial Normal 12 y Trebuchet 10,5).
- *Por el interlineado en el montaje de los textos* (veintiún trabajos presentan la combinación interlineado sencillo e interlineado 1,5, doce la combinación interlineado sencillo e interlineado doble).

## Discusión

### 7. Migraciones digitales del estudiante universitario

Permanecer en la postura de lector y escritor universitario es permanecer en un estado subjetivo de búsqueda, consulta y tratamiento de la información a partir de la «pantallización» en el computador

(Turkle, 1998; Quiroz, 2008; Levis, 2009) con el andamiaje y las textualidades de nuevas superficies de escritura y lectura que reorganizan los procesos de comprensión y producción textual.

La consulta de documentos y bibliografía es una actividad conexas y no la única en las interacciones textuales de los jóvenes «pantallizados», debido a que, en un orden secuencial, los servicios de Messenger y Facebook ocupan buena parte de estas interacciones sociotécnicas y que la actividad de consulta académica de documentos y textualidades es una actividad no exclusiva en el horizonte de los usos y los significados de los medios digitales para los jóvenes universitarios.

Entre los estudiantes universitarios, la lectura y escritura (Cassany, 2006; Gubert, 2010) de las nuevas textualidades electrónicas suponen una perspectiva de acercamiento al texto electrónico como libro abierto a nuevas formas de circulación del saber y a la superficie del texto como una entidad de registro letrado no exclusiva de la página del libro impreso.

## 8. Libro abierto

El libro ha perdido su peso académico (Darnton, 2010) de consulta universal estable y se ha ubicado en un punto de complementariedad del procesamiento de información académica, al mismo nivel que las consultas documentales y bibliográficas en internet.

Esta pérdida de eje de consulta académica no significa su desaparición, sino su desplazamiento de un texto cerrado estable (Petrucci, 2003; Simone, 1998, 2001), con información exclusiva, a un texto sobre el que convergen otras textualidades.

La descentración del formato libro como núcleo de consulta en las prácticas de lectura de los jóvenes universitarios ha sido reemplazada por la navegación de páginas en pantallas, lo que no significa que se haya disuelto el estatuto del lector y escritor universitario, aunque el modo de leer con conciencia plena ha pasado de *qué significa leer textos a ver páginas con documentos que contienen información*.

## 9. Las superficies del texto

A la descentración del libro se agrega que la superficie de la página ya no se basa en la estructura lineal de la redacción escrita, sino en la «pantallización» de las páginas electrónicas a partir de la práctica de *cortar y pegar* fragmentos de texto (Argüello, 2009a). De esta manera, la superficie de la pantalla del computador se transforma en la consulta misma: los estudiantes presentan las páginas, la pantalla y el documento consultado como si fueran lo mismo; confunden la superficie del contenido textual con la superficie del formato.

Internet ha redefinido el estado de comprensión lectora y producción textual teniendo en cuenta a un *lector y escritor universitario* que se transforma en un internauta que navega por los dominios de la web, considerando el *texto pantallizado* como un ensamble de textualidades y atendiendo a los *intereses personales* de búsqueda, consulta y conexión.

## Bibliografía

- ARGÜELLO, L. A. (2009a). «Cortar y pegar. La producción textual de trabajos escolares universitarios» [artículo en línea]. *Revista Question*. N.º 21. [Fecha de consulta: 20 de agosto de 2008].  
<[http://perio.unlp.edu.ar/question/numeros\\_anteriores/numero\\_anterior21/files/arguelloguzman\\_1\\_informes\\_verano2009.htm](http://perio.unlp.edu.ar/question/numeros_anteriores/numero_anterior21/files/arguelloguzman_1_informes_verano2009.htm)>
- ARGÜELLO, L. A. (2009b). «Convergencia de alfabetos: la formación de profesores en Educación Superior» [conferencia-panel]. En: *X Congreso Latinoamericano de Lectura y Escritura*. 29 de julio, 1 y 2 de agosto. Lima: Apelec Perú/International Reading Association/Universidad Marcelino Champagnat.
- BEVORT, É.; BRÉDA, I. (2001). «Les jeunes et Internet. Représentations, usage et appropriations» [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2008].  
<<http://www.clemi.org/fr/ressources/publications/outils-d-analyse-et-de-reflexion/bdd/page/2>>
- BJØRNSTAD, T. L.; ELLINGSEN, T. (2004). «Onliners. A report about youth and internet» [informe en línea]. [Fecha de consulta: 25 de agosto de 2006].  
<<http://www.saftonline.org/vedlegg/1789/SAFTOnliners.pdf>>
- BOSCHMA, J. (2008). *Generación Einstein. Más listos, más sociables y más rápidos*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- BUCKINGHAM, D. (2000). *After the death of childhood. Growing up in the age of electronic media*. Londres: Polity Press.
- CABRERA PAZ, J. (2001). «Náufragos y navegantes en territorios hipermediales: experiencias psicosociales y prácticas culturales en la apropiación de Internet en jóvenes escolares». En: M. BONILLA, G. CLICHE. *Internet y sociedad en América Latina y el Caribe*. Quito: FLASCO. Págs. 39-129.
- CARRILLO CORREA, G. (2007). «Realidad y simulación de la lectura universitaria: el caso de la UAEM». *Educere*. N.º 36, págs. 97-102.
- CARVAJAL BARRIOS, G. (2008). *Lecturas y escrituras juveniles. Entre el placer, el conformismo y la desobediencia*. Cali: Editorial Universidad del Valle.
- CASSANY, D. (2006). *Tras la línea. Sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Anagrama.
- CHARTIER, R. (1995). *Forms and Meanings. Text, performances, and audiences from codex to computer*. Filadelfia: University of Pennsylvania Press.
- CISNEROS, M. (2005). *Lectura y escritura en la universidad: una investigación diagnóstica*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- DARNTON, R. (2010). *Las razones del libro. Futuro, presente y pasado*. Madrid: Trama Editorial.
- GUBERN, R. (2010). *Metamorfosis de la lectura*. Barcelona: Anagrama.
- HERRINGS, S. (2001). «Computer-mediated discourse». En: D. SCHIFFRIN, D. TANNEN Y H. HAMILTON (editores). *Handbook of discourse analysis*. Oxford: Blackwell. Págs. 612-634.
- HORNA, P.; CURIOSO, W.; GUILLÉN, C. [et al.] (2002). «Conocimientos, habilidades y características del acceso a Internet en estudiantes de medicina de una Universidad Peruana» [artículo en línea]. *Anales*. [Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2008].  
<[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/anales/v63\\_n1/pdf/conocimientos\\_internet.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/anales/v63_n1/pdf/conocimientos_internet.pdf)>

- ITO, M. (ed). (2008). «Living and Learning with media: Summary of finding from de Digital Youth Project» [en línea]. [Fecha de consulta: 13 de diciembre de 2008].  
<<http://digitalyouth.ischool.berkeley.edu/files/report/digitalyouth-WhitePaper.pdf>>
- LEVIS, D. (2009). *La pantalla ubicua (Televisores, computadoras y otras pantallas)*. Buenos Aires: La Crujía Ediciones. 2ª. ed.
- LIVINGSTONE, S.; BOVILL, M. (1999). «Young people new media» [en línea]. [Fecha de consulta: 11 de diciembre de 2008].  
<<http://www.lse.ac.uk/collections/media@lse/pdf/young/foreword.pdf>>
- MEAD, M. (1970). *Cultura y compromiso. Estudio sobre la ruptura generacional*. Buenos Aires: Granica editor.
- MEDINA, E.; OTERO, J. V. (2002). «Uso de Internet por los jóvenes de la Universidad Autónoma de Madrid» [artículo en línea]. *Madrimasd*. [Fecha de consulta: 18 de diciembre de 2008].  
<<http://www.madrimasd.org/revista/revista11/investigacion/investigacion1.asp>>
- MONTGOMERY, C. (2006). *Generation digital. Politics, commerce, and childhood*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- MORDUCHOWICS, R. (2008). *Generación multimedia. Significados, consumos y prácticas culturales de los jóvenes*. Buenos Aires: Paidós.
- PALFREY, J.; GASSER, U. (2008). *Born digital: Understanding the first generation of digital natives*. Nueva York: Basic Books.
- PIETTE, J.; PONS, C. M.; GIROUX, L.; MILLERAND, F. (2001). «Les jeunes et Internet. Représentation, utilisation et appropriation» [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de marzo de 2008].  
<[http://www.mcccf.gouv.qc.ca/publications/info/jeunes\\_internet\\_2001.pdf](http://www.mcccf.gouv.qc.ca/publications/info/jeunes_internet_2001.pdf)>
- PRENSKY, M. (2001). «Digital natives, digital inmigrants» [en línea]. *On the Horizon*. Vol. 9, n.º 5. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2008].  
<<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>
- QUIROZ, M. T. (2004). *Jóvenes e Internet. Entre el pensar y el sentir*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- QUIROZ, M. T. (2008). *La edad de la pantalla. Tecnologías interactivas y jóvenes peruanos*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- ROMERO MEDINA, A.; SÁNCHEZ ORTUÑO, M.; RUIZ, M. R. (2000). «Patrones de uso de Internet en estudiantes universitarios» [en línea]. [Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2008].  
<<http://www.um.es/docencia/agustinr/pca/internet4.PDF>>
- SIMONE, R. (1998). «El cuerpo del texto». En: G. NUMBERG. *El futuro del libro. ¿Esto matará aquello?* Barcelona: Paidós. Págs. 247-256.
- SIMONE, R. (2001). *La tercera fase. Formas de saber que estamos perdiendo*. Madrid: Taurus.
- TURKLE, S. (1997). *La vida en la pantalla. La construcción de la identidad en la era de Internet*. Barcelona: Paidós.
- UBERHUAGA CANDIA P; ARRIAGA JIMÉNEZ, O.; GARCIA MIRANDA, M. (2005). *Entre lo colectivo y lo individual. El puente de transición de las identidades de los jóvenes en el uso de internet*. La Paz: Ediciones PIEB.

UBERHUAGA CANDIA P; ARRIAGA JIMÉNEZ, O.; GARCIA MIRANDA, M. (2006). *Jóvenes.com. Internet en los barrios populares de Cochabamba*. La Paz: Ediciones PIEB.

VANDERDORPE, C. (2003). *Del papiro al hipertexto. Ensayo sobre las mutaciones del texto y la lectura*. Buenos Aires: F.C.E.

## Sobre el autor

Luis Alfonso Argüello Guzmán

[luis.arguello@campusucc.edu.co](mailto:luis.arguello@campusucc.edu.co)

Universidad Cooperativa de Colombia

Licenciado en Lingüística y Literatura, especialista en Pedagogía. Docente-investigador del Centro de Investigaciones (CIUCC) y profesor en Ingeniería de Sistemas. Profesor a tiempo completo del programa de Ingeniería de Sistemas (Área de Formulación de Proyectos). Investigador y asesor del Centro de Investigaciones (CIUCC) de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Neiva. Asesor en temas curriculares de la Dirección Académica de la misma sede.

Investigador del grupo de investigación ComdeHuila, adscrito al Centro de Investigaciones (CIUCC) y coinvestigador del grupo GRIAUCC, adscrito al programa de Ingeniería de Sistemas. Dirige la línea de investigación «Ser profesor universitario» de la que se han publicado los siguientes textos:

### ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN EN REVISTAS (evaluación por pares)

ARGÜELLO, L. A. (2009b). «El oficio de profesor universitario en la era de los medios electrónicos» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 6, n.º 2. UOC. [Fecha de consulta: 6 de agosto de 2009].

<[http://www.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v6n2-arguello/v6n2\\_arguello](http://www.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v6n2-arguello/v6n2_arguello)>

ARGÜELLO, L. A. (2009a). «Cortar y pegar. La producción textual de trabajos escolares universitarios» [artículo en línea]. *Revista Question*. N.º 21. [Fecha de consulta: 30 marzo de 2009].

<[http://www.perio.unlp.edu.ar/question/files/arguelloguzman\\_1\\_informes\\_verano2009.htm](http://www.perio.unlp.edu.ar/question/files/arguelloguzman_1_informes_verano2009.htm)>

ARGÜELLO, L. A. (2008c). «Aproximación a un ecosistema comunicacional y computacional» [artículo en línea]. *Revista Question*. N.º 17. [Fecha de consulta: 17 de marzo de 2008].

<[http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe\\_de\\_investigacion.htm](http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe_de_investigacion.htm)>

ISSN 1669-6581

ARGÜELLO, L. A. (2008b). «Comunidades textuales» [artículo en línea]. *Revista Question*. N.º 19. [Fecha de consulta: 30 de agosto de 2008].

<[http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe\\_de\\_investigacion.htm](http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe_de_investigacion.htm)>

ISSN 1669-6581

ARGÜELLO, L. A. (2008a). «Trayectos informales de formación académica en educación superior» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 5, n.º 2. UOC. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2008].

<<http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/arguello.pdf>>



## PONENCIAS EN EVENTOS ACADÉMICOS (evaluación por pares)

ARGÜELLO, L. A. (2010). «El concepto de producción intelectual en la práctica académica del profesor universitario» [ponencia]. En: *XXVI Congreso Nacional de Lingüística, Literatura y Semiótica*. 22-24 de septiembre. Bucaramanga: Escuela de Idiomas / Universidad Industrial de Santander.

ARGÜELLO, L. A. (2009b). «Convergencia de alfabetos: la formación de profesores en Educación Superior». [conferencia-panel]. *X Congreso Latinoamericano de Lectura y Escritura*. 29 de julio, 1 y 2 de agosto. Lima: Apelec / International Reading Association / Universidad Marcelino Champagnat.

ARGÜELLO, L. A. (2008). «Hacia una pedagogía de la proyección social en Educación Superior». En: *1er Coloquio Internacional de Didácticas*. 2, 3 y 4 de abril. Ibagué: Universidad del Tolima.

Universidad Cooperativa de Colombia

Sede Neiva

Calle 11 No. 1 G - 31 B

Colombia



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## ARTÍCULO

# Preservación de objetos de aprendizaje en repositorios digitales

**Juanjo Boté**

juanjo.botev@ub.edu

Departamento de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona

**Julià Minguillón**

jminguillona@uoc.edu

Universitat Oberta de Catalunya

Fecha de presentación: noviembre de 2010

Fecha de aceptación: julio de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

**Cita recomendada**

BOTÉ, Juanjo; MINGUILLÓN, Julià (2012). «Preservación de objetos de aprendizaje en repositorios digitales» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 22-35 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-bote-minguillon/v9n1-bote-minguillon>>

ISSN 1698-580X

**Resumen**

El propósito de este artículo es analizar los diferentes procesos en la conservación de objetos de aprendizaje en un repositorio digital. Como caso de estudio se presenta un prototipo de repositorio basado en una colección de materiales de *e-learning* sobre estadística, usados en las asignaturas respectivas de la Universitat Oberta de Catalunya. Estos materiales tienen el propósito de servir a toda la comunidad, no tan solo a la universidad. Para ello, se ha creado este repositorio en una plataforma abierta basada en DSpace. El propósito es promover tanto la reutilización como la conservación digital de dichos materiales de *e-learning*, aunque ambos objetivos son, en ciertos aspectos, contradictorios. En este artículo se analizan los requerimientos de los objetos de aprendizaje depositados en un repositorio y las necesidades de los diferentes roles que intervienen en su manipulación y su conservación a largo plazo.

**Palabras clave**

objetos de aprendizaje, repositorios, preservación digital, metadatos, archivos, bibliotecas digitales

## *Preservation of Learning Objects in Digital Repositories*

### **Abstract**

*The aim of this article is to analyse the different processes involved in the preservation of learning objects in a digital repository. Presented as a case study is a prototype repository for a collection of statistics-related e-learning materials used in the respective academic subjects offered by the Open University of Catalonia (UOC, Universitat Oberta de Catalunya). The purpose of these materials is to serve the whole community and not just the university. To that end, the repository was created with DSpace open-source software. The goal is to promote the reuse and the digital preservation of such e-learning materials, though certain aspects of these two objectives are somewhat contradictory. This article analyses the requirements of learning objects deposited in a repository and the needs of the various roles intervening in their handling and long-term preservation.*

### **Keywords**

*learning objects, repositories, digital preservation, metadata, archives, digital libraries*

## **1. Introducción**

En muchas instituciones de educación superior hay una tendencia creciente a emplear entornos virtuales de aprendizaje (EVA). En un EVA, todos los aspectos de un curso están gestionados a través de una interfaz de usuario consistente, que normalmente es estándar en toda la institución. Uno de los elementos habituales de un EVA es un repositorio de objetos de aprendizaje, utilizado para gestionar los recursos docentes utilizados durante el curso. No existe una definición común sobre el concepto de repositorio (Conway, 2008); aun así estos son empleados de forma abierta para facilitar materiales o información a una comunidad determinada. Habitualmente, un repositorio institucional (Shreeves y Cragin, 2008) incluiría, entre otros, informes, publicaciones, cursos completos y manuales, pero también objetos de aprendizaje y datos de proyectos de investigación, etiquetados de acuerdo con algún esquema de metadatos, preferentemente IEEE LOM o Dublin Core (Neven y Duval, 2002).

La preservación digital es un elemento clave del diseño de un repositorio, dado que estos recursos se crean con una versión de software concreta y necesitan actualizarse para asegurar su acceso posterior durante el tiempo que sea necesario, ya que en caso contrario se podrían producir pérdidas de información.

Este hecho conlleva, además, la necesidad de emplear un análisis de riesgos para poder determinar las prioridades de operaciones de preservación digital que se ejecutarán sobre los recursos. El análisis de riesgos también podrá servir para evaluar qué coste es asumible para poder preservar digitalmente versiones de software o materiales de aprendizaje caducados.

Por otra parte, las particularidades de los objetos de aprendizaje utilizados en un EVA hacen necesario replantearse los mecanismos habituales de preservación relacionados con el etiquetado mediante metadatos, dada la gran variabilidad de elementos que se pueden encontrar en el proceso de aprendizaje, tanto por tipología (ejercicios, ejemplos, simulaciones, etc.) como por formato.

Este artículo está organizado de la manera siguiente. La sección 2 describe el repositorio piloto usado como caso de estudio para analizar una solución de preservación digital basada en DSpace. La sección 3 describe los elementos que han de tenerse en cuenta para establecer los criterios necesarios para asegurar la preservación de los objetos depositados. En la sección 4 se presentan las políticas de preservación utilizadas en el repositorio. Finalmente, las conclusiones de este trabajo y las líneas de trabajo actuales y futuras se pueden encontrar en la sección 5.

## 2. Repositorios digitales abiertos

La Universitat Oberta de Catalunya ha creado un repositorio digital abierto<sup>1</sup> sobre Estadística, siguiendo un proceso de diseño centrado en el usuario (Ferran *et al.*, 2009). Son materiales de aprendizaje en forma de ejercicios, materiales de estudio, documentos multimedia y ficheros con datos de programas de estadística concretos.

Estos recursos están en un gran abanico de formatos, incluyendo Minitab, Word y Portable Document File (PDF), aunque cada vez más existen materiales docentes en formato de vídeo y otros documentos (tanto textuales como de datos), todos ellos en una amplia gama de versiones de software y de sistemas operativos. Debido a esta gran variedad, ha sido necesario no solo pensar en el repositorio para gestionar los materiales de aprendizaje, sino también en la preservación digital a largo plazo (Smith, 2005).

Desde su inicio, la UOC ha generado un considerable número de recursos docentes en estadística. Dichos recursos han sido creados a través de un proceso de publicación de alta calidad, involucrando diferentes roles (autor, editor, profesor, gestor, etc.), y han sido publicados siguiendo un modelo editorial de producción y diseño basado en módulos, los cuales son unidades de aprendizaje de pocos créditos diseñados para el aprendizaje de un tema específico del contenido de un curso. El proceso de creación y edición es de alrededor de un año. El mantenimiento y la actualización de los cambios correspondientes es un proceso costoso y complejo, ya que significa realizar de nuevo todo el proceso editorial o parte del mismo. También han de gestionarse del mismo modo otras tipologías de recursos asociados con las materias en cuestión y que se han generado como resultado de las actividades de enseñanza de cada semestre académico, como ejemplos, ejercicios, experimentos y ejercicios de autoaprendizaje.

En este repositorio se han aplicado los conceptos propios de una biblioteca digital y servicios de referencia a un entorno de aprendizaje virtual. Cuestiones como la búsqueda y los servicios bibliográficos son aspectos similares, pero no idénticos. Los estudiantes están habituados a buscar información en la biblioteca digital por autor o título, pero en el caso de los objetos de aprendizaje hay un número de títulos duplicados de ejercicios, ficheros y unidades de aprendizaje que han obligado a utilizar una taxonomía diferente para clasificarlos, ya que el concepto de título es ambiguo.

El repositorio permite que los estudiantes y otras personas de la comunidad de aprendizaje tengan acceso a los materiales educativos de forma organizada. Estos materiales estaban dispersos entre

---

1. <http://oer.uoc.edu> (actualmente en desarrollo).

diferentes asignaturas, eran inaccesibles a la comunidad de forma conjunta y no estaban clasificados ni ordenados. En consecuencia, muchos estudiantes se encontraban perdidos en el uso de estos recursos y el profesorado no obtenía el beneficio esperado (Barker *et al.*, 2004). Además, no se disponía de criterios de búsqueda adecuados para identificar aquellos recursos que podrían reutilizarse para crear nuevos materiales educativos. Ejercicios, notas, módulos, artículos, libros de texto, herramientas de software, laboratorios virtuales, recursos de audio, vídeos, planes de estudio, horarios, calendarios, actividades, simulaciones y objetos de aprendizaje, entre otros documentos, son más accesibles si se utiliza un repositorio digital.

## 2.1. La plataforma DSpace

Hay muchas razones para escoger DSpace<sup>2</sup> como repositorio. Es una plataforma de código abierto, acepta diferentes esquemas de metadatos, incorpora políticas de conservación a largo plazo, utiliza *handles* para identificar cada elemento de forma perpetua y es sólido y estable. Además, no menos importante es que ya se encuentra en uso en otras partes de la UOC. Como plataforma de código abierto, DSpace tiene una gran comunidad activa de usuarios y desarrolladores, incluyendo instituciones de educación superior y bibliotecas digitales. DSpace también es válido para la preservación digital a largo plazo, ya que acepta políticas para ello. Incluye herramientas como Checksum Checker, que permite verificar la integridad de los flujos de bits (*bitstreams*) de las áreas de almacenamiento; TechMDExtractor, una herramienta para validar los formatos de flujos de bits almacenados y para extraer metadatos de los flujos de bits. También incluye un paso de flujo de trabajo en la preingesta y un flujo de trabajo opcional que valida el formato de cada flujo de bits después de haber realizado la ingesta, facilitando al administrador los metadatos de los ficheros que son inválidos o están mal formados.

DSpace tiene comunidades y subcomunidades (definidas de forma jerárquica), colecciones, ítems, secuencias de flujo de bits y formatos de secuencias de flujo de bits. Las comunidades y subcomunidades constituyen la organización de más alto nivel, mientras que una colección es un conjunto de ítems, como por ejemplo recursos sobre estadística. Cada colección tiene su propio flujo de trabajo, que puede ser definido por la unidad de gestión. Un ítem es una agrupación de un conjunto útil de contenidos y metadatos, añadidos durante el proceso de ingesta o posteriormente. Por lo que respecta al almacenamiento, un flujo de bits es una secuencia de bits que corresponde al contenido de los ficheros de metadatos, mientras que un formato de flujo de bits implica la captura de formatos específicos de ficheros de los cuales se ha realizado la ingesta, siendo posible mejorarlos con herramientas de extracción de metadatos como DROID<sup>3</sup> o la herramienta NLNZ Metadata Extraction<sup>4</sup>.

DSpace emplea por defecto metadatos Dublin Core para archivar colecciones. Sin embargo, en el proceso de ingesta es posible añadir otros metadatos usados para preservar el objeto a largo plazo. Una descripción ampliada permite una mejor recuperación de los objetos del repositorio y también

---

2. <http://www.dspace.org>

3. <http://droid.sourceforge.net>

4. <http://meta-extractor.sourceforge.net>

mejora sus propiedades significativas, identificando cómo se creó el objeto y otros datos similares. Por otra parte, el análisis del uso de los objetos depositados en el repositorio también permite mejorar los metadatos de forma continua (Ferran *et al.*, 2007), detectando y corrigiendo problemas de etiquetado.

### 3. Preservación digital

La cuestión clave es si el acceso a estos materiales será posible en un periodo específico de tiempo, por ejemplo 20 años (la UOC se creó hace solo 15 años y ya se han encontrado problemas de preservación). La obsolescencia tecnológica, en este caso ficheros de programas de estadística propietarios, tiene que monitorizarse para prevenir cualquier pérdida de información minimizando todos los riesgos posibles. Esto significa que la conservación digital debe plantearse para que la información pueda ser accesible a lo largo del tiempo. La conservación de estos objetos digitales a largo plazo implica un análisis de riesgos para el establecimiento de prioridades y un plan de preservación para facilitar su acceso. Estos elementos permitirían asegurar la reutilización de los materiales de aprendizaje, entre otros.

Habitualmente, en la UOC se producen procesos de ingesta en el repositorio en los meses de enero y julio, después (y antes) de cada semestre académico. En estos momentos del año se debe analizar el repositorio tecnológicamente, para evaluar la necesidad de migrar los objetos digitales introducidos hacia versiones de software más actualizadas.

Antes de decidir qué tipos de materiales se guardan es necesario llevar a cabo un análisis de riesgos para poder determinar los riesgos de obsolescencia, el establecimiento de prioridades en el plan de preservación, así como los costes que la institución puede asumir con la preservación digital.

Mediante el análisis de riesgos, se evaluarán los materiales cuya reedición será menos costosa y aquellos cuya preservación resulte más económica. Este suceso consiste especialmente en el versionado de software que soporta determinados materiales. En nuestro estudio basamos el análisis de riesgos en la obsolescencia tecnológica.

Uno de los instrumentos que se disponen para el análisis de riesgos en repositorios es DRAMBORA (DCC, DPE, 2007), que permite cuantificar y analizar los riesgos de los materiales de un repositorio.

La metodología DRAMBORA basada en el estándar AS/NZ 4360:2004 permite analizar tanto el entorno como los recursos digitales. DRAMBORA es aplicable a colecciones digitales que están o van a estar en repositorios (McLeod, 2008). En la evaluación de los recursos digitales, es posible decidir la prioridad de la conservación digital de los recursos.

DRAMBORA es una metodología aplicable a repositorios abiertos que se compone de seis etapas: identificación del contexto de la organización, documentación del marco regulador, identificación de los activos, actividades del repositorio y sus propietarios, identificación de riesgos, evaluación de riesgos y gestión de riesgos.

Asimismo, al final del proceso es posible crear un gráfico radial donde se puede comparar la media de otros repositorios similares junto con nuestro repositorio de estadística.

Una de las principales cuestiones es cómo van a guardarse los materiales creados digitalmente por diferentes tipos de instituciones. Las instituciones deben guardar su información digital debido a una gran variedad de razones: administrativas, legales, históricas, personales o de valor científico (artículos académicos, tesis electrónicas, disertaciones, etc.) y, obviamente, docentes. Estas instituciones incluyen universidades, centros educativos, bibliotecas, museos, centros de investigación o personas que desean disponer de su colección privada de materiales. Esto implica una gestión especial de la tecnología y la capacidad de acceder a documentos electrónicos antiguos con tecnología nueva (Lee *et al.*, 2002). Es aquí donde aparece la preservación digital, que permite disponer de datos electrónicos accesibles y útiles durante un largo período de tiempo. Los datos electrónicos deben preservar sus propiedades significativas a través del tiempo y ser accesibles a una comunidad de usuarios designada. En lo que respecta a la preservación a largo plazo, debe entenderse que los materiales electrónicos serán accesibles en un futuro, manteniendo todas sus propiedades significativas desde que fueron creados.

### 3.1. Preservación en un repositorio digital

Tal y como se ha mencionado, tienen que aplicarse técnicas de preservación digital, de forma que todos los materiales de aprendizaje sean accesibles a los estudiantes y a los profesores a través del tiempo. Las estrategias de preservación más comunes son la migración y la emulación. Algunos ejemplos son VERS Encapsulated Object (VEO) (Waugh *et al.*, 2000) y Universal Virtual Computer (UVC) (van der Hoeven *et al.*, 2005), respectivamente.

La migración consiste en la transformación de un objeto electrónico hacia una versión actualizada de su propio formato de fichero, para que sea más sencillo manipular y acceder a la información. Durante el proceso de migración, algunas propiedades significativas pueden perderse (en particular debido a conversiones de software), así que las descripciones de información en el proceso de ingesta deben ser precisas. El principal objetivo de las estrategias de migración es mantener todas las propiedades significativas de un objeto digital desde su creación. Un ejemplo sería la migración de hojas de cálculo de Lotus Notes a Microsoft Excel o mejor aún hacia un fichero estándar XML.

La emulación es el proceso de crear un entorno donde el software obsoleto debe migrar para poder funcionar en una nueva plataforma. El nuevo software debe migrar posteriormente cuando el simulador esté tecnológicamente obsoleto. Son bien conocidos los emuladores para consolas de juego antiguas como Atari o Sony PlayStation. Esto significa preservar la apariencia de la plataforma y su funcionalidad y tener una copia actualizada del objeto original.

Finalmente, otra aproximación para la preservación a largo plazo es el modelo Open Archival Information System (OAIS), adoptado como ISO 14721:2003 (CCSDS, 2002). Su principal objetivo es la preservación de información para una comunidad designada por un periodo de tiempo indefinido. El modelo OAIS es hoy en día un estándar de referencia en los sistemas de archivos.

### 3.2. El modelo de referencia OAIS

El modelo OAIS está aceptado ampliamente por instituciones como un modelo de archivo tanto digital como en otros soportes. El modelo OAIS se define como: «Un archivo, consistente en una

organización de gente y sistemas que han aceptado la responsabilidad de preservar la información y ponerla a disposición de una comunidad designada».

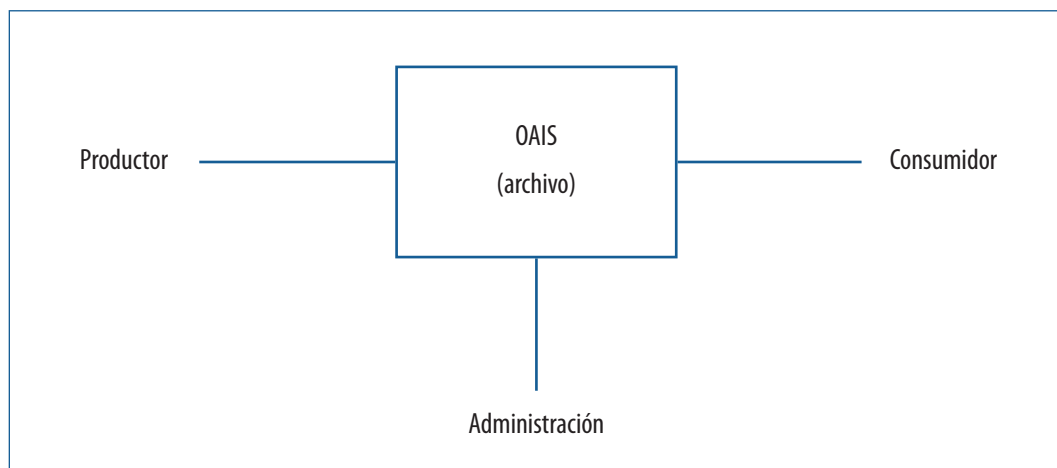
Se basa en procesos de información que facilitan una descripción a alto nivel de la información de los objetos gestionados por el archivo o repositorio. Los componentes funcionales de un archivo digital son la ingesta, el almacenamiento de la información, la planificación de la preservación, el acceso, la gestión de los datos y la administración. El modelo OAIS tiene tres actores implicados: el productor, el gestor y el consumidor.

El productor se define como un conjunto de gente o sistemas que facilitan información para que sea preservada. Esto puede incluir otros OAIS, o personas internas del OAIS o sistemas.

Originalmente, el consumidor pertenece a la comunidad designada, que interactúa con los servicios de OAIS para encontrar información preservada de interés y acceso a esta información en detalle. Esto puede incluir otros OAIS, así como personas internas del OAIS o sistemas. Una clase de consumidor de la comunidad designada debería ser capaz de entender la información preservada.

El gestor es un rol que desempeñan los que implementan las políticas globales sobre el OAIS como un amplio componente de las políticas de dominio. En otras palabras, el control de la gestión de OAIS solo es una de las responsabilidades de gestión.

La gestión no está implicada en el día a día de las operaciones del archivo y puede asignar políticas en el repositorio, como por ejemplo el cambio de rol tanto del productor como del consumidor. La figura 1 muestra el modelo OAIS, tal como definimos el modelo clásico de una biblioteca digital. En este caso, los productores crean el contenido y, a través del flujo de trabajo de gestión, el consumidor puede recuperar los temas desarrollados por el productor.



**Figura 1.** Modelo OAIS (reimpreso con permiso del Consultative Committee for Space Data Systems).

La información se guarda y gestiona en el archivo OAIS. Los consumidores y los productores de la comunidad designada interactúan con los servicios de OAIS para encontrar y adquirir información preservada de interés.

El modelo OAIS permite que los flujos de trabajo se sigan en un archivo digital nuevo. Su implementación significa que se necesitan unos estándares claros para la preservación digital, así como la



creación de un conjunto de terminologías que puedan ser comprendidas por la comunidad designada y la clarificación de procedimientos para disponer de un servicio de archivo fiable.

Los componentes funcionales de un archivo digital son la ingesta, el almacenamiento de información, la planificación de la preservación, el acceso, la gestión de los datos y la administración.

La ingesta se define como un servicio abierto de archivo. Es el proceso de aceptación de un objeto digital por los productores y consumidores seleccionados de acuerdo con el concepto de aprendizaje colaborativo e introduciéndolo en un archivo digital. En nuestro modelo, la función de ingesta incluye la recepción de paquetes de información de *submission* (SIP) por los productores y consumidores seleccionados y la preparación de contenidos para almacenar y gestionar junto con el archivo

El almacén de archivo facilita servicios y funciones de los paquetes de información de archivo (AIP).

La planificación de la preservación facilita los servicios y funciones para asegurar que la información almacenada en el OAIS permanece accesible para la comunidad designada a largo plazo, incluso si el entorno de computación está obsoleto.

Estos actores están implicados en algunos de los componentes funcionales. En un EVA puede disponerse de una visión distinta al modelo OAIS, en el cual los tres actores tienen un papel unívoco. En cambio, en un EVA todos los roles pueden intercambiarse. Profesores y estudiantes pueden ser a la vez productores y consumidores. Los profesores pueden ser productores, consumidores y gestores. A modo de ejemplo, un estudiante puede solucionar un problema de estadística y el profesor puede considerar apropiada su solución para incorporarla al repositorio, adoptando el rol de gestor. Esta variante dentro del modelo OAIS puede definirse a través de la gestión de los flujos de trabajo (Chen, 2004) que soporta DSpace.

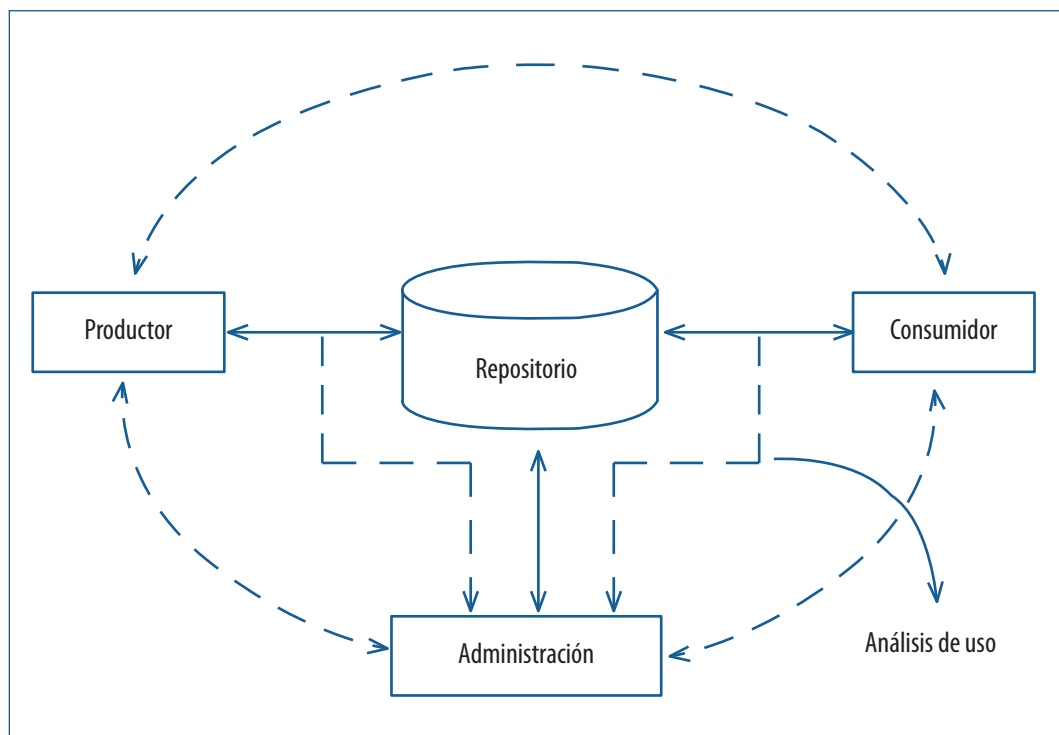


Figura 2. Modelo OAIS en EVA

La figura 2 muestra un posible escenario para el modelo OAI en un entorno virtual de aprendizaje, donde los productores pueden tener el rol de consumidores, y los consumidores pueden tener el rol de productores. Debido a la posibilidad de configuración del flujo de trabajo en el repositorio, es posible asignar derechos de gestión tanto a productores como a consumidores.

Si aplicamos el concepto de web 2.0 a nuestro OER, los conceptos como aprendizaje colaborativo y participación de la comunidad en un modelo OAI clásico pueden cambiar, tal y como se ha visto en la figura 1. Es importante observar también que se mejora el análisis de uso (Lee, 2002). El análisis de uso serviría para cambiar roles entre productor y consumidor dependiendo del uso de sus recursos.

## 4. Plan de preservación para materiales docentes

Antes de preservar un objeto de aprendizaje deben conocerse sus propiedades significativas, en particular aquellas que hacen que el objeto sea reutilizable, como por ejemplo el formato de fichero. La colección de recursos de estadística que opta a formar parte del repositorio incluye vídeos MPEG, ficheros Microsoft Excel, ficheros Minitab, ficheros SPSS, documentos de texto, documentos LaTeX, ficheros Microsoft Word en diferentes versiones, ficheros PDF, presentaciones en Microsoft PowerPoint y, más recientemente, ficheros en Open Office en versiones muy variadas. Por ejemplo, uno de los retos principales son los ficheros en código propietario tales como SPSS o los ficheros Minitab con fórmulas asociadas. Es posible exportar ficheros Minitab hacia XML o ficheros etiquetados, mientras que SPSS es el estándar *de facto* en los formatos de preservación.

### 4.1. Propiedades significativas

Las propiedades significativas son una característica de los objetos digitales que deben mantenerse para que sean accesibles a largo plazo (Ashley, Davis y Pinsent, 2008). Las propiedades significativas pueden clasificarse en contenido, contexto, apariencia, estructura y comportamiento. Por razones de espacio este artículo solo examina los aspectos de la primera categoría. Se necesita una descripción de los ficheros mediante metadatos para preservarlos. Estos metadatos mejorarán la descripción de los objetos de los que se ha realizado la ingesta en el repositorio. Los metadatos deberán someterse a un control de calidad para evitar ruido en el proceso de recuperación.

Antes de la ingesta, deberían comprobarse todos los materiales para poder garantizar su preservación y, al mismo tiempo, su reusabilidad tecnológica. Así, por ejemplo, las etiquetas de un fichero PDF/A deben comprobarse cuidadosamente para validar que el fichero tiene un formato correcto y sea coherente. Es aconsejable disponer de dos versiones de materiales distintas: una accesible al público, pensada para su versionado y la recogida de datos de uso (Ferran *et al.*, 2007) y otra reservada a los gestores para su preservación a largo plazo, si bien ambas están enlazadas mediante metadatos. Las versiones para la preservación a largo plazo deberían migrar para que sean accesibles antes de que se conviertan en tecnológicamente obsoletas, tan pronto como se detecte cualquier problema con la versión accesible. Así pues, antes de realizar una ingesta se debe crear una descripción del for-

mato de fichero y almacenarla en los metadatos relativos al formato, intentando separar al máximo las descripciones relativas al contenido de las que hacen referencia a otras propiedades significativas, como por ejemplo la apariencia. Este proceso podría automatizarse en parte, ya que la intervención manual representa un coste elevado y no es sostenible para grandes volúmenes de recursos.

## 4.2. Evaluación de formatos para la preservación a largo plazo

Finalmente, otro de los aspectos que deben considerarse es la sostenibilidad para los formatos de ficheros. En el caso de la UOC, los materiales se han creado digitalmente pero pensando en una versión en papel. Esta situación muestra que es posible disponer de una gran variedad de formatos y que los materiales más importantes (desde el punto de vista docente) se crean en formato PDF, lo que es aceptable para los estudiantes pero limita su manipulación. No obstante, durante el proceso de ingesta de los objetos de aprendizaje en el repositorio de la UOC, se ha observado que es necesario llevar a cabo algunas migraciones de formato debido a la gran variedad de documentos, para simplificar las necesidades de preservación y también reducir los requerimientos tecnológicos, de acuerdo con los criterios siguientes (no exhaustivos):

Portable Document File: PDF/A, se basa en la PDF Reference Version 1.4. ISO 19005-1:2005, considerada un estándar.

Microsoft Word: transformación a PDF/A u OpenOffice. Hay que tener en cuenta que el fichero puede contener macros y/o formularios.

Microsoft Excel: transformación a XML u OpenOffice.

Vídeo: migración de los ficheros a MPEG2, formato AVI o formato Quick Time.

Documentos LaTeX: conservación del formato original pero a largo plazo DocBook XML con MathML embebido.

Imágenes: conversión de las imágenes a PNG, TIFF o JPEG.

Ficheros PowerPoint: transformación a PDF/A u OpenOffice. Las secuencias interactivas deberían documentarse.

Fichero de audio: transformación a WAV o MP3.

Ficheros Minitab: transformación a ficheros XML.

Ficheros SPSS: formato portable SPSS (\*.por) o hacia XML.

Así pues, para poder determinar las prioridades sobre los formatos nos hemos basado en la lista de posibles indicadores de riesgos facilitada por DRAMBORA. Estos indicadores, siendo no excluyentes, son principalmente los siguientes:

- R11 (fallos en la preservación de las características de la información digital)
- R31 (incompatibilidad del software)
- R33 (obsolescencia del software)
- R34 (obsolescencia de los medios de almacenamiento)
- R66 (las estrategias de preservación dan como resultado pérdida de información)

En nuestro caso, estos indicadores permiten establecer las prioridades a la hora de emplear la migración de formatos debido a su obsolescencia tecnológica o su versionado. También nos han permitido determinar qué riesgo es aceptable en la interpretación del riesgo.

Una vez evaluados los posibles riesgos respecto a la obsolescencia tecnológica, ha sido posible establecer una relación entre los procesos de migración y el coste que este supone.

Como hemos indicado previamente, en las operaciones de migración de formatos el coste de transformar un fichero de Microsoft Word a PDF/A difiere significativamente de las operaciones de migración de ficheros de vídeo.

En el proceso de migración de vídeo se pueden producir otros cambios sustanciales en las propiedades significativas, como pérdida de resolución, deterioro del audio o el tiempo que se establece en la operación de migración.

## 5. Conclusiones

Este artículo ha presentado un análisis de las necesidades de conservación de los objetos de aprendizaje depositados en un repositorio educativo abierto con materiales de estadística creado por la Universitat Oberta de Catalunya. Este repositorio está basado en la plataforma DSpace y promueve la reutilización de materiales educativos así como la preservación a largo plazo de los mismos.

Previamente a las operaciones de preservación digital se han establecido prioridades de operación basadas en la metodología de análisis de riesgos en repositorios como DRAMBORA.

DRAMBORA nos ha permitido establecer prioridades en el plan de preservación teniendo como fin la obsolescencia tecnológica. Como resultado del análisis hemos podido establecer una relación sobre los costes y las operaciones de migración, para poder decidir con que materiales se pueden realizar operaciones de migración que no supongan un cambio importante en sus propiedades significativas.

La amplia gama de formatos usados actualmente para almacenar objetos de aprendizaje implica establecer políticas de preservación a largo plazo para asegurar su recuperación futura, dada la gran variabilidad tecnológica y las necesidades específicas de etiquetado de los contenidos usados en un entorno virtual de aprendizaje, diferentes a los de una biblioteca digital o repositorio institucional. Es necesario, por lo tanto, optar por formatos que aseguren un cierto nivel de continuidad y que faciliten las políticas de preservación, como PDF para documentos y XML para ficheros de datos, aunque siguen existiendo formatos (vídeo, imágenes, etc.) que necesitan ser descritos mediante metadatos adicionales para su posterior recuperación y transformación en caso de que esto sea necesario a causa de su obsolescencia. La utilización de formatos de fichero abiertos basados en herramientas *open source* permite también un cierto nivel de preservación mediante técnicas de emulación, siempre que sea posible compilar y ejecutar el código fuente existente. En este sentido, la existencia de un paquete como OpenOffice ofrece la combinación de ambos elementos, descripción mediante XML y la posibilidad de acceder al código fuente.

En la actualidad, el principal reto pasa por definir mecanismos semiautomáticos que permitan etiquetar y procesar correctamente los miles de objetos de aprendizaje de los que dispone la institu-

ción sin que esto suponga un coste muy elevado imposible de asumir. Igualmente, la introducción de políticas de conservación pasa por retocar aspectos organizativos de la institución que implican a colectivos muy diferentes con objetivos dispares, lo que obligará a establecer flujos de trabajo complejos, teniendo en cuenta la posibilidad de que otros actores adopten el rol de productor de contenidos. Por otra parte, como en cualquier plan de contingencia, es necesario establecer calendarios con simulacros para evaluar periódicamente la obsolescencia de los contenidos almacenados en el repositorio. Finalmente, se espera que en un futuro próximo se haga pública la política de preservación del repositorio institucional.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos PERSONAL(ONTO), ref. TIN2006-15107-C02, y E-MATH++, ref. EA2008-0151.

## Bibliografía

- ASHLEY, Kevin; DAVIS, Richard; PINSENT, Ed (2008). *Significant Properties of E-Learning Objects* [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<[http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/preservation/spelos\\_report.pdf](http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/preservation/spelos_report.pdf)>
- BARKER, Ed [et al.] (2004). *Long-Term Retention and Reuse of E-Learning Objects and Materials* [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<<http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/preservation/elo.aspx>>
- CCSDS (2002). *Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book* [en línea]. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<<http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1.pdf>>
- CHEN, Su-Shing (2004). «Digital Preservation and Workflow Process». En: *Proceedings of the 7th International Conference on Asian Digital Libraries. Digital Libraries: International Collaboration and Cross-fertilization*. Vol. 3.334, págs. 61-72.
- CONWAY, Paul (2008). «Modeling the digital content landscape in universities». *Library Hi Tech*. Vol. 26, n.º 3, págs. 342-354.
- Digital Curation Centre and Digital Preservation Europe (2007). *DCC and DPE Digital Repository Audit Method Base on Risk Assessment v1.0*. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<<http://www.repositoryaudit.eu/download>>
- FERRAN, Núria [et al.] (2009). «User Centered Design of a Learning Object Repository». En: *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 5.619, págs. 679-688.
- FERRAN, Núria [et al.] (2007). «Enriching e-learning metadata through digital library usage analysis». *The Electronic Library*. Vol. 25, n.º 2, págs. 148-165.

- Van der HOEVEN, Jeffrey; van DIESEN, Raymond; van der MEER, Kees (2005). «Development of a Universal Virtual Computer for long-term preservation». *Journal of Information Science*. Vol. 31, n.º 3, págs. 196-208.
- LEE, Kyong-Ho [et al.] (2002). «The State of Art and Practice in Digital Preservation». *Journal of Research of the National Institute*. Vol. 107, n.º 1, págs. 93-106.
- MCLEOD, Rory (2008). «Risk Assessment; using a risk based approach to prioritise handheld digital information». En: *Proceedings IPRESS 2008*.  
<[http://www.bl.uk/ipres2008/presentations\\_day1/20\\_McLeod.pdf](http://www.bl.uk/ipres2008/presentations_day1/20_McLeod.pdf)>
- NEVEN, Filip; DUVAL, Erik (2002). «Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories» [en línea]. En: *Proceedings of the Tenth ACM international conference on Multimedia*. Págs. 291-294. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<<http://www.cs.kuleuven.ac.be/cwis/research/hmdb/publications/files/Lorsurvey.pdf>>
- SHREEVES, Sarah; CRAGIN, Melissa (2008). «Introduction: Institutional Repositories: Current State and Future». *Library Trends*. Vol. 57, n.º 2, págs. 89-97.
- SMITH, MacKenzie (2005). «Exploring Variety in Digital Collections and the Implication for Digital Preservation». *Library Trends*. Vol. 54, n.º 1, págs. 6-15.
- WAUGH, Andrew; WILKINSON, Ross; HILLS, Brendan (2000). «Preserving Digital Information Forever». En: *Proceedings of the Fifth ACM Conference on Digital Libraries*. Págs. 175-184.

## Sobre los autores

Juanjo Boté

[juanjo.botev@ub.edu](mailto:juanjo.botev@ub.edu)

Departamento de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona

Profesor asociado al Departamento de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Barcelona desde el año 2009. En el año 2008 participó en el concurso internacional Digital Preservation Challenge donde obtuvo el segundo premio. Ha participado en varias conferencias internacionales vinculadas a la conservación digital.

Departamento de Biblioteconomía y Documentación

Universidad de Barcelona

C/ Melcior de Palau, 140

08014 Barcelona

España

*Julià Minguillón*

[jminguillona@uoc.edu](mailto:jminguillona@uoc.edu)

Universitat Oberta de Catalunya

Julià Minguillón es doctor por la Universidad Autónoma de Barcelona desde septiembre de 2002. En el año 2001 se incorpora como profesor de la Universitat Oberta de Catalunya donde realiza tareas docentes en las áreas de Programación, Lenguajes y Compiladores. Ha participado en la realización de recursos docentes sobre programación orientada al objeto, estructura de la información y tipos abstractos de datos y compiladores. Desde noviembre de 2006 hasta noviembre 2008 ha sido el director adjunto del Internet Interdisciplinary Institute de la UOC. Actualmente es el director académico de la Cátedra UNESCO en e-Learning de la UOC. Sus intereses de investigación incluyen la descripción y estandarización del proceso de aprendizaje mediante ontologías, los objetos de aprendizaje para la personalización mediante itinerarios formativos y el modelado del comportamiento de los usuarios de un entorno de aprendizaje virtual. Ha sido el organizador de la segunda edición del Simposio sobre Objetos de Aprendizaje, SPDECE 2005, y del Seminario Internacional de la Cátedra UNESCO en e-Learning desde su tercera edición. Actualmente ha finalizado la dirección del proyecto PERSONAL financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia sobre personalización del proceso de aprendizaje mediante itinerarios adaptativos usando objetos de aprendizaje reutilizables y ontologías, que tiene continuación en el proyecto MAVSEL, sobre minería, análisis y visualización de datos basados en modelos sociales de e-learning. También ha dirigido el proyecto OLCOS financiado por la Unión Europea sobre recursos educativos en abierto y ahora impulsa el proyecto #metaOER, una colección de recursos abiertos sobre recursos educativos en abierto.



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## ARTÍCULO

# Didáctica universitaria en la era 2.0: competencias docentes en campus virtuales

**Dra. M<sup>a</sup> Esther del Moral Pérez**

[emoral@uniovi.es](mailto:emoral@uniovi.es)

Catedrática de Escuela Universitaria de Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación en la Universidad de Oviedo

**Dra. Lourdes Villalustre Martínez**

[villalustrelourdes@uniovi.es](mailto:villalustrelourdes@uniovi.es)

Profesora de Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación en el Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo

Fecha de presentación: abril de 2011

Fecha de aceptación: junio de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

## Cita recomendada

Del MORAL, M<sup>a</sup> Esther; VILLALUSTRE, Lourdes (2012). «Didáctica universitaria en la era 2.0: competencias docentes en campus virtuales» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 36-50 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-moral-villalustre/v9n1-moral-villalustre>>

ISSN 1698-580X

## Resumen

La pujanza de la sociedad de las tecnologías y de la información, y la irrupción del fenómeno de la web 2.0 en los contextos formativos universitarios han provocado un profundo viraje en las funciones que deben desempeñar los docentes. La capacitación didáctica y tecnológica del profesorado se está convirtiendo en un imperativo para hacer frente a las nuevas situaciones de enseñanza-aprendizaje desarrolladas en escenarios virtuales y/o con el apoyo de herramientas tecnológicas.

En el presente trabajo se enuncian las *competencias didácticas, tecnológicas y tutoriales* que deben definir al docente 2.0 que desempeña sus tareas inmerso en entornos tecnológicos, las cuales están directamente relacionadas con aspectos intrínsecos al modelo instructivo adoptado, al contexto y a las nuevas herramientas mediadoras. Esas competencias profesionales van a plasmarse en la orientación dispensada a los estudiantes, en su capacidad para el diseño de materiales didácticos multimedia motivadores, en la formulación de actividades colaborativas, etc.



Tras encuestar a 70 docentes y a más de 840 estudiantes pertenecientes a las universidades españolas que integran el Campus Virtual Compartido del G9 (Cantabria, La Rioja, Extremadura, Oviedo, Pública de Navarra, Baleares, País Vasco, Zaragoza y Castilla-La Mancha), se ponen de manifiesto las fortalezas y debilidades detectadas en los docentes, y se subrayan las necesidades formativas más acuciantes, en consonancia con las demandas suscitadas por los planes de convergencia europea. Entre las fortalezas señaladas por docentes y estudiantes –implicados en procesos formativos virtuales– destacan la correcta formulación de actividades que ha propiciado el aprendizaje, la variedad de recursos didácticos utilizados, la interactividad de los contenidos, etc. Y, como principales debilidades, la falta de propuestas efectivas de prácticas que promuevan un aprendizaje colaborativo a través de la participación e interacción entre todos los estudiantes, y la escasez de comentarios individualizados de apoyo y ánimo en relación a sus progresos en el aprendizaje.

### Palabras clave

competencias didácticas, competencias tecnológicas, competencias tutoriales, entornos virtuales, evaluación docente, web 2.0

### *University teaching in the 2.0 era: virtual campus teaching competencies*

#### **Abstract**

*The rise of the information technology society and the advent of the Web 2.0 phenomenon in university education contexts have brought about a profound shift in the functions of teaching staff. The teaching and technology training of such staff is becoming an imperative need in order to cope with the challenges of new teaching-learning situations generated in virtual settings and/or with the support of technological tools.*

*This article describes the teaching, technology and tutoring competencies that 2.0 lecturers should have, given the fact that they undertake their tasks in technology-mediated environments. These tasks are directly related to aspects inherent to the adopted instructional model, to the context and to the new mediating tools. Student guidance, the capacity to design motivating multimedia materials and the formulation of collaborative activities are but some of some of the forms that these professional competencies take.*

*After surveying 70 lecturers and more than 840 students at the Spanish universities belonging to the Campus Virtual Compartido del G9 (a virtual campus comprising the universities of Cantabria, La Rioja, Extremadura, Oviedo, the Balearic Islands, the Basque Country, Zaragoza and Castilla-La Mancha, and the Public University of Navarre), the lecturers strengths and weaknesses were highlighted and the most pressing training needs were underscored, in keeping with the demands of European convergence plans.*

*Among the strengths mentioned by the lecturers and the students involved in the virtual education processes were the proper formulation of activities that foster learning, the variety of teaching resources used, content interactivity, etc. The main weaknesses were the lack of effective proposals for practicals that promote collaborative learning through participation and interaction among all students, and the lack of personalised comments of support and encouragement in relation to the students' learning progress.*

#### **Keywords**

*teaching competencies, technology competencies, tutoring competencies, virtual environments, teaching assessment, Web 2.0*

## Introducción

Es evidente que entre las nuevas funciones del profesorado se encuentra la de integrar e incorporar los medios a la enseñanza de forma efectiva y a favor de la optimización del aprendizaje. Por ello, su formación y perfeccionamiento orientados al uso y manejo de las TIC es una de las piedras angulares que va a condicionar dicha integración (Del Moral y Villalustre, 2010).

Parece cierto que ese nuevo perfil docente pasa por asumir el cambio desde una perspectiva de apertura hacia la innovación, incorporando las nuevas tecnologías y las herramientas de la web 2.0 como recursos que contribuyan a la optimización del proceso de enseñanza-aprendizaje en la universidad.

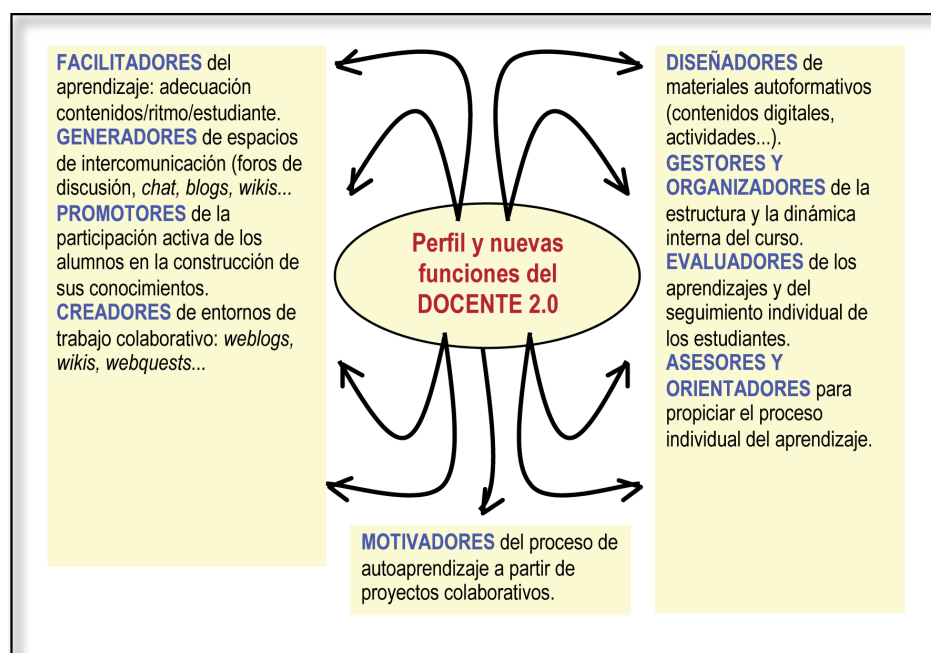


Gráfico 1. Perfil y nuevas funciones del docente 2.0 (Del Moral y Villalustre, 2004)

El profesor universitario ha de añadir, por tanto, a sus funciones tradicionales como docente, tutor e investigador, una cuarta función como experto en TIC que le capacite no solo para utilizar didácticamente las herramientas y aplicaciones procedentes de la web 2.0 convirtiéndolas en un recurso más dentro del aula, sino también para desempeñar su propia labor docente inmerso en los nuevos escenarios virtuales.

Pero además, con la aparición de los nuevos contextos de aprendizaje apoyados en plataformas, junto a la apuesta desde el ámbito universitario –nuevo EEES– por fórmulas de enseñanza que combinan los espacios presenciales con los no presenciales o *blended learning*, al docente 2.0 se le exige que sepa desarrollar su actividad profesional inmerso en estos nuevos escenarios virtuales, aprovechando las oportunidades que ofrecen las herramientas que contienen y descubriendo las posibilidades que presentan para favorecer el aprendizaje. No por ello debe olvidarse que el estudiante tiene que ser el eje central del proceso formativo, el cual se orientará a propiciar la adquisición

y potenciación de sus capacidades y habilidades, tal como se pudo concluir en la investigación coordinada por Del Moral (2007) y financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia, posteriormente publicada en Del Moral y Villalustre (2009a).

Así pues, el docente 2.0, además de ser un experto en su disciplina académica, tiene que estar dotado de las competencias profesionales (cognitivas, didácticas, tecnológicas, comunicativas, afectivas, etc.) necesarias para afrontar con éxito el reto que supone su labor en la era 2.0.

De igual modo, la progresiva y creciente planificación de la enseñanza en términos de competencias ha supuesto un cambio significativo en la práctica educativa del profesorado que requiere de una capacitación profesional específica para ayudar y acompañar al estudiante en su proceso formativo.

Desde esta perspectiva, consideramos necesario conocer las competencias que el profesorado pone en juego en su práctica diaria, y en última instancia, determinar su nivel de competencia profesional como medio para identificar fortalezas y debilidades que contribuyan a una mejora de la práctica docente.

## Competencias profesionales de los docentes 2.0

### Contexto

Durante el segundo cuatrimestre del curso académico 2009-2010 se aplicó un cuestionario a 70 *docentes universitarios* que imparten docencia en alguna de las asignaturas ofrecidas en el Campus Virtual Compartido del G9<sup>1</sup> en su modalidad virtual (2010); y otro similar a más de 840 *estudiantes* que han cursado cualquiera de ellas. La información solicitada se refería a aspectos metodológicos y didácticos de las asignaturas virtuales para, a partir de los datos –tanto de las opiniones de los estudiantes como de lo manifestado por el profesorado–, poder inferir una valoración sobre sus competencias profesionales como docentes implicados en prácticas formativas desarrolladas en entornos virtuales.

### Participantes

Docentes universitarios encuestados:

De forma sintética, diremos que la muestra de docentes encuestados estaba constituida por un 65% de hombres y un 35% mujeres de diferentes áreas de conocimiento. En ambos casos, tenían edades comprendidas entre 38 y 45 años –mayoritariamente– y una experiencia media de entre 2 y 5 años en docencia virtual.

---

1. Formado por las Universidades de Cantabria, La Rioja, Extremadura, Oviedo, Pública de Navarra, Baleares, País Vasco, Zaragoza y Castilla-La Mancha.

Estudiantes universitarios encuestados:

Por su parte, algo más del 45% de los estudiantes encuestados eran mujeres y el 55% eran hombres, procedentes de diferentes titulaciones y con edades concentradas en el intervalo de 20-24 años. El mayor porcentaje de estudiantes era de la Universidad de Oviedo (25%), seguidos de la Universidad de Extremadura (22%), la Universidad Pública de Navarra (15%) y las universidades de Cantabria (11%), Castilla La Mancha (10%), País Vasco (8%), La Rioja (6%) e Islas Baleares (3%).

## Instrumentos de recogida de información

Se emplearon dos cuestionarios similares. Con el de los profesores se recabaron datos sobre los aspectos metodológicos que decían adoptar en sus propias asignaturas; mientras que con el de los estudiantes se pudo constatar su percepción sobre la forma de actuar de los docentes en las diferentes asignaturas virtuales cursadas, concretamente con relación a: 1) Aspectos referidos a las *competencias tecnológicas* del docente; 2) Aspectos referidos a las *competencias didácticas*; 3) Aspectos relativos a las *competencias tutoriales* del docente.

## Presentación de resultados

### 1) Competencias tecnológicas del docente

A partir de distintos ítems se solicitó a los docentes que valorasen determinados aspectos que sirvieran de indicadores para identificar sus competencias tecnológicas, tales como su consideración en cuanto al grado de destreza y habilidad que creían poseer con relación al manejo de las herramientas del entorno virtual en el que se desarrollaron las diferentes asignaturas; las herramientas para el diseño de materiales didácticos; y su grado de destreza para la utilización de programas de ofimática y de navegación web.

**Tabla 1.** Distribución porcentual del grado de destreza y habilidad de uso que dicen poseer los docentes sobre el manejo de las distintas herramientas.

<i>Grado de destreza</i>	<b>DESTREZA Y HABILIDAD EN EL USO DE HERRAMIENTAS</b>		
	<i>Del entorno virtual</i>	<i>Para el diseño de materiales didácticos</i>	<i>Ofimáticas y navegación web</i>
Muy bajo	-	-	-
Bajo	-	3%	-
Medio	5%	23%	-
Alto	55%	41%	42%
Muy alto	40%	33%	58%

Algo más de la mitad de los docentes (55%) dice poseer un grado de destreza *alto* en el uso de las herramientas del entorno virtual en donde desarrollan su docencia, y un 40% de los mismos afirma tenerlo *muy alto*. Sin embargo, preguntados por su grado de destreza en el manejo de herramientas para el diseño de materiales didácticos (presentaciones multimedia, páginas web, etc.) un 3% considera que su nivel es *bajo* y un 23% *medio*, lo que supone un *handicap* a superar ya que para llevar a cabo una asignatura a través de un entorno virtual es condición necesaria elaborar materiales motivadores y atractivos que faciliten el estudio y la aproximación a los contenidos abordados en cada asignatura.

En cuanto al grado de destreza y habilidad en el uso de programas de ofimática (Word, Power Point, Excel, etc.) y de navegación web, el 58% de los docentes manifiestan tener un nivel *muy alto*, y el 42% de los mismos un nivel *alto*, lo que sin duda da idea de la buena predisposición de los docentes para acceder a diferentes herramientas tecnológicas.

## 2) Competencias didácticas de los docentes

A través de unos ítems, que sirvieron de indicadores, se solicitó tanto a los docentes como a los estudiantes que valorasen aspectos directamente relacionados con: a) la habilidad de los primeros para adoptar en sus asignaturas un adecuado *diseño instructivo*; y b) su capacidad y destreza para *diseñar materiales didácticos*. Los resultados se presentan a continuación:

### a) Competencias didácticas vinculadas al diseño instructivo

Con el primer bloque de ítems, y de modo indirecto, se constataron las valoraciones personales que los docentes manifestaron tener sobre su nivel de competencia didáctica. Y por otro lado, las emitidas por los estudiantes a ese mismo respecto. Para ello, se les preguntó a ambos acerca de la adecuación de la presentación de los objetivos que guiaban el desarrollo de la asignatura impartida o cursada, en cada caso. Así, se constató que si bien el 83% de los docentes manifestaba que siempre ofrecía a sus estudiantes una presentación clara y explícita de los objetivos (tabla 2), sólo el 60% de los estudiantes universitarios opinaban lo mismo. Además, hay que subrayar que un 19% de los discentes encuestados señalaron que no percibían que los docentes presentaran los objetivos con la claridad y la transparencia deseadas.

Algo similar sucede con la valoración que los estudiantes hacen sobre la existencia de una delimitación clara de las competencias que debían alcanzar con la asignatura cursada de forma virtual, pues un 18% afirma que *nunca o casi nunca* se las han visibilizado.

Tabla 2. Distribución porcentual de las consideraciones de los docentes (DO) y estudiantes (ES) con relación a las competencias didácticas para el diseño instructivo

Ítems	Nunca/casi nunca		A veces		Siempre/casi siempre	
	DO	ES	DO	ES	DO	ES
1. Presenta objetivos de aprendizaje claros y explícitos	1%	<b>19%</b>	16%	20,5%	<b>83%</b>	<b>60,5%</b>
2. Delimita y visibiliza las competencias que han de adquirir y/o desarrollar los estudiantes	6,7%	<b>18%</b>	41,7%	26,5%	51,6%	55,5%
3. Ofrece contenidos adecuados para lograr los objetivos de la asignatura	1,6%	18%	11,3%	18,6%	<b>87%</b>	63,4%
4. Propone actividades que permiten asimilar los contenidos y lograr un buen aprendizaje	-	15,6%	11,5%	<b>20%</b>	<b>88,5%</b>	64,4%
5. Realiza pruebas o ejercicios de evaluación continua o de autoevaluación	6,4%	11,3%	6,5%	14%	<b>87%</b>	74,8%
6. La fórmula de evaluación adoptada permite constatar la asimilación de los contenidos y el logro de los objetivos	-	<b>15,2%</b>	11,5%	18%	<b>88,5%</b>	66,8%
7. Fomenta el trabajo colaborativo entre los estudiantes a través de las actividades	38,3%	32%	20%	21,7%	<b>21,7%</b>	<b>46,3%</b>

La gran mayoría de los docentes encuestados considera que presenta tanto contenidos adecuados para lograr los objetivos (87%) como actividades que permiten la asimilación de dichos contenidos (88,5%) (tabla 2). No obstante, las opiniones de los estudiantes a este mismo respecto se encuentran muy divididas: un 15,6% manifiesta que *nunca o casi nunca* los docentes les han propuesto actividades que les permitieran asimilar los contenidos y lograr un buen aprendizaje; y un 20% señala que sólo lo hacen *a veces* (tabla 2).

Estos datos merecen una seria reflexión, pues si las actividades formativas, según afirman Cabero y Román (2006), ayudan al estudiante a aproximarse a los contenidos abordados en la materia, al tiempo que desarrollan operaciones cognitivas de diversa naturaleza, no cabe duda que debería esmerarse la formulación de actividades adecuadas y pertinentes a cada situación de aprendizaje, ya que esta es una de las tareas fundamentales de la función docente que evidencia su competencia didáctica.

De igual modo, la concreción de un sistema de evaluación coherente con los objetivos y contenidos desarrollados en las asignaturas debe ser objeto de rigurosa planificación y no debe dejarse a la improvisación ni adoptar fórmulas arbitrarias o simplistas (Del Moral y Villalustre, 2009b). Sobre este particular, hay que señalar que más del 88,5% de los docentes considera que el modo de evaluación que adopta es el adecuado para constatar el logro de los objetivos y el nivel de asimilación de los contenidos de los estudiantes; el restante 11,5% afirma que *a veces* (tabla 2).

Por contraposición, algo más del 15% de los estudiantes (tabla 2) percibe que el sistema de evaluación planificado no ha sido el adecuado para medir sus avances y progresos en la materia. Esto le lleva a cuestionar la pertinencia e idoneidad de los criterios y las fórmulas de evaluación a menudo adoptados en los contextos virtuales y semipresenciales.

Según Miller (2000) el aprendizaje colaborativo surge como respuesta ante la necesidad del sujeto de aprender de forma conjunta. Y es indudable que propiciar situaciones que lo alienten contribuye al enriquecimiento mutuo y a la transferencia de saberes. Sin embargo, el 38% del profesorado encuestado (tabla 2) declara que *nunca o casi nunca* propone ni desarrolla actividades encaminadas a favorecer el aprendizaje colaborativo entre sus alumnos, un 20% lo hace en algunas ocasiones y tan sólo el 22% afirma proponerlas *siempre o casi siempre*.

Consecuentemente, encontramos correspondencia con los datos obtenidos al preguntar a los estudiantes, ya que el 46% de los mismos (tabla 2) manifiesta que sus profesores fomentan regularmente dicho aprendizaje en colaboración, el 22% que solo lo hacen *a veces* y el 32% que *nunca o casi nunca*.

#### b) Competencias didácticas vinculadas al diseño de materiales

Un nuevo bloque de *ítems* iba encaminado a conocer las competencias didácticas que los docentes encuestados manifestaron tener para el diseño de materiales didácticos, así como las valoraciones de los estudiantes a este respecto. Para ello, en un primer momento se les preguntó sobre aspectos relacionados con la estructura y el diseño de los materiales didácticos. Así, más del 88% de los docentes (tabla 3) consideraron que los materiales elaborados en soporte digital eran los adecuados para facilitar el estudio y que poseían una estructura adecuada. Las opiniones de los discentes a este respecto son más dispares: el 16% y el 19% de los mismos destacaron que la presentación y la estructura de los materiales didácticos, respectivamente, no eran las más adecuadas.

**Tabla 3.** Distribución porcentual de las consideraciones de los docentes (DO) y estudiantes (ES) con relación a las competencias didácticas para el diseño de materiales didácticos

Ítems	Nunca/casi nunca		A veces		Siempre/casi siempre	
	DO	ES	DO	ES	DO	ES
8. Incluye materiales didácticos que facilitan el estudio	3,3%	<b>16%</b>	8,2%	20,5%	<b>88,5%</b>	63,5%
9. El material didáctico de la asignatura posee una estructura adecuada	5%	<b>19%</b>	6,5%	19%	<b>88,5%</b>	62%
10. Considera que los momentos elegidos para la presentación de los materiales didácticos han sido los idóneos	-	17%	16%	23%	<b>84%</b>	<b>60%</b>
11. Ha facilitado al estudiante el acceso a los materiales y a las actividades didácticas	-	12%	3%	18%	<b>97%</b>	<b>70%</b>

De igual modo, una amplia mayoría de los docentes considera que los momentos elegidos para la presentación de los materiales didácticos y el acceso a los mismos han sido los adecuados (84% y 97%, respectivamente) (tabla 3). En cambio, la percepción de los discentes sobre estos aspectos registra porcentajes susceptiblemente menores (60% y 70% para cada caso). Cabe subrayar los por-

centajes que representan a los estudiantes que juzgan duramente a sus profesores por no facilitarles los materiales didácticos cuándo y cómo les hubiera gustado (17% y 12%).

### 3) Competencias tutoriales de los docentes

Este bloque de ítems contenía los indicadores que han servido para conocer el nivel de competencias tutoriales de los docentes. Este aspecto se pudo inferir a partir de las respuestas tanto de los docentes como de los estudiantes sobre diversos aspectos relativos a la orientación o a la tutoría dispensada por el profesorado así como sobre las habilidades manifestadas para la gestión de la participación de los mismos. Los resultados han sido los siguientes:

#### a) Competencias tutoriales vinculadas a la orientación tutorial

En un intento de valorar el nivel de competencia tutorial de los docentes se les preguntó tanto a ellos mismos como a los estudiantes sobre cuestiones relacionadas con la orientación y la acción tutorial dispensada por los primeros, en el transcurso de la acción formativa y la recibida por los segundos.

Entre otras cosas, se pretendía constatar si se preveían estrategias para atender a la diversidad cognitiva de los estudiantes, puesto que ello contribuye en gran medida a garantizar unos resultados óptimos en los aprendizajes, como se ha puesto de manifiesto en las investigaciones llevadas a cabo por Del Moral y Villalustre (2004). Los datos indican que el 57% de los docentes (tabla 4) manifiesta intentar adaptarse a los conocimientos de partida que poseen los estudiantes, así como a sus peculiaridades cognitivas o estilos de aprendizaje. De modo similar, el 41% de los estudiantes así lo confirman, pero no deja de ser significativo que un 28% señale que *nunca o casi nunca* percibe que el docente se adapta a sus conocimientos y estilos personales.

**Tabla 4.** Distribución porcentual de las consideraciones de los docentes (DO) y estudiantes (ES) con relación a las competencias tutoriales para la orientación

Ítems	Nunca/casi nunca		A veces		Siempre/casi siempre	
	DO	ES	DO	ES	DO	ES
12. Intenta adaptarse a los conocimientos previos y estilo de aprendizaje de los estudiantes	10%	28%	33%	31%	<b>57%</b>	<b>41%</b>
13. Envía regularmente mensajes para guiar y orientar el aprendizaje de los estudiantes	5%	<b>30%</b>	22%	24%	<b>73%</b>	46%
14. Responde con rapidez y claridad las dudas de los estudiantes sobre las actividades	-	21%	2%	19%	98%	60%
15. Proporciona comentarios y resultados concretos de apoyo para el progreso en el aprendizaje de los estudiantes	3%	28%	17%	19%	<b>80%</b>	53%



Otra de las buenas prácticas que contribuyen a explicar la competencia tutorial de un docente, según Mingorance (2001), es la promoción de un aprendizaje autorregulado y colaborativo mediante diferentes estrategias metodológicas y comunicativas tanto dentro de los contextos virtuales como fuera. Una acción tutorial centrada en guiar y orientar al estudiante se convierte en el eje vertebral de la acción formativa. En este sentido, el 73% de los docentes (tabla 4) considera que envía regularmente mensajes para motivar y guiar el aprendizaje de los estudiantes, afirmación que no comparte el 30% del alumnado, que parece sentirse un tanto desamparado.

De igual modo, aunque el 80% de los docentes (tabla 4) considera que proporciona a los discentes comentarios y resultados concretos para impulsar su progreso en el aprendizaje, un 28% de los estudiantes (tabla 4) denuncia que no reciben comentarios individualizados de apoyo y ánimo con relación a sus avances, e indirectamente reclama que los tutores le proporcionen ese aliento.

Con todo, no podemos perder de vista, tal y como apuntan García y Troyano (2009), que la acción tutorial se concibe como un sistema de apoyo al estudiante que le permite recibir una asistencia personalizada para garantizar el éxito en el aprendizaje.

#### b) Competencias tutoriales vinculadas a la gestión de la participación

Al tratarse de asignaturas cuya docencia se imparte a través de un entorno virtual, los mecanismos de participación que el docente arbitre adquieren gran relevancia, pues de ellos van a depender en gran medida la permanencia del estudiante en la asignatura.

Así, se les preguntó a docentes y estudiantes por la existencia de tareas para facilitar la presentación de todos los participantes en la acción formativa durante los primeros días. Algo más del 70% de los docentes (tabla 5) manifestó que *siempre/casi siempre* realizaba esta labor. Sin embargo, más del 28% de los estudiantes (tabla 5) no comparten dicha afirmación. Es indispensable fomentar un primer contacto entre todos los participantes con el objetivo de que se conozcan y establezcan vínculos que propicien la interacción para favorecer la realización posterior de actividades formativas conjuntas.

Tabla 5. Distribución porcentual de las consideraciones de los docentes (DO) y estudiantes (ES) con relación a las competencias tutoriales para la gestión de la participación

Ítems	Nunca/casi nunca		A veces		Siempre/casi siempre	
	DO	ES	DO	ES	DO	ES
16. Propone tareas para facilitar la presentación de todos en los primeros días	18,3%	<b>28,3%</b>	10%	25%	<b>71,7%</b>	46,7%
17. Afronta las situaciones problemáticas rápida y eficazmente	-	<b>22,3%</b>	15%	26%	85%	51,7%
18. Fomenta la participación y comunicación entre los estudiantes de la asignatura	15%	<b>23,4%</b>	20%	24%	65%	52,6%
19. Guía la participación en foros/wikis y favorece la recopilación de conclusiones	<b>23,3%</b>	14,6%	30%	26%	46,7%	59,4%

Tabla 5. Distribución porcentual de las consideraciones de los docentes (DO) y estudiantes (ES) con relación a las competencias tutoriales para la gestión de la participación

Ítems	Nunca/casi nunca		A veces		Siempre/casi siempre	
	DO	ES	DO	ES	DO	ES
20. Solicita a los estudiantes que argumenten y razonen sus afirmaciones, sugerencias, etc.	8,4%	17%	16,7%	<b>24%</b>	<b>74,9%</b>	59%
21. Reconduce las aportaciones hacia el tema o actividad original, si se hubieran desviado...	6,7%	20,8%	25%	28,6%	68,3%	50,6%

De igual modo, algo más del 22% de los discentes (tabla 5) percibe que el *feed-back* llevado a cabo por los docentes no ha sido tan ágil como le hubiera gustado, y el 23,4% considera que el profesor no ha fomentado la participación y la comunicación entre todos los compañeros, factores considerados de vital importancia, pues de ellos, a menudo, va a depender en gran medida la continuidad del estudiante en el entorno virtual de la asignatura.

Por otro lado, más del 74% de los docentes (tabla 5) manifiesta que solicita a los estudiantes que argumenten y razonen sus afirmaciones y sugerencias. No obstante, el 24% de los discentes considera que el docente sólo en ocasiones ha solicitado esta tarea, condición imprescindible para garantizar un óptimo aprendizaje, no sujeto al relativismo, sino al rigor y a la fundamentación.

Cabe destacar, por último, que algo más del 23% de los docentes (tabla 5) manifiesta que no guía regularmente la participación de los discentes a través de foros o *wikis* habilitados en las diferentes plataformas institucionales propias de sus universidades. Esta constatación es fácil de comprender si el volumen de estudiantes es elevado, puesto que ello incrementa la dedicación del profesorado al seguimiento de las prácticas colaborativas a través de dichas herramientas.

## Conclusiones

Para que las TIC contribuyan a lograr la calidad, movilidad, diversidad y competitividad que el nuevo EEES pretende para todos los agentes educativos implicados en el proceso formativo universitario, éstas deben formar parte sustancial de su cualificación y preparación pedagógica (De Pablos, 2005). Las prácticas formativas universitarias desarrolladas a través de entornos virtuales de aprendizaje suponen un gran reto en este sentido. Se hace preciso subrayar que son espacios que pueden contribuir a que el docente genere y desarrolle acciones que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes a través de la adopción de nuevas formas de comunicación, tutorización e interacción (Area y Adell, 2010).

En el estudio llevado a cabo se ha puesto de manifiesto como algo más del 80% de los docentes considera que ha efectuado una buena planificación docente. Sin embargo, los porcentajes descienden a valores alrededor del 60% cuando se consulta a los estudiantes a ese mismo respecto. De igual modo, alrededor del 75% de los docentes valora positivamente su capacidad para llevar a cabo

la acción tutorial, situación que es compartida por aproximadamente el 50% de los discentes. Datos similares se obtienen con relación a la consideración de los encuestados en cuanto a la capacidad del docente para gestionar la participación, ya que un aproximado 70% del profesorado y un 53% de los estudiantes la valoran positivamente.

De este modo, a partir de los resultados obtenidos se pueden identificar toda una serie de fortalezas y debilidades con relación a las competencias profesionales que poseen los docentes para el desempeño de su actividad desarrollada en contextos virtuales.

Así, entre las *fortalezas* detectadas en cuanto a las *competencias didácticas y tecnológicas* que los docentes desarrollaron según las opiniones de profesores y estudiantes, destacan las siguientes: la correcta formulación de actividades que propicien el aprendizaje, la coherencia entre los objetivos y contenidos desarrollados con la evaluación efectuada, la presentación de pruebas de autoevaluación, etc. De igual modo, mayoritariamente los encuestados destacan percibir claridad en la presentación de los contenidos, variedad de recursos utilizados, posibilidad de interacción con los contenidos, etc.

Se establecen como principales *debilidades* la falta de propuestas efectivas de prácticas que promuevan un aprendizaje colaborativo a través de la participación e interacción entre todos los estudiantes para propiciar un marco idóneo que fomente la construcción compartida del conocimiento, así como la falta de una estructura adecuada de los materiales didácticos que les faciliten tanto su periplo por los contenidos como la comprensión de la interrelación y conexión que pueden existir entre los diferentes apartados que los integran.

En cuanto a las *fortalezas* manifestadas por los encuestados con relación a las *competencias tutoriales* que perciben tener los docentes, se subraya la existencia de prácticas tutoriales individuales y grupales favorecidas por el ejercicio de una comunicación fluida a través de respuestas claras y rápidas a las dudas planteadas por los estudiantes. Sin embargo, la escasez de comentarios individualizados de apoyo y ánimo respecto a sus progresos en el aprendizaje es la principal *debilidad* detectada por los estudiantes.

Finalmente, a partir de los resultados obtenidos se pueden concretar aquellas competencias consideradas imprescindibles que posean los docentes 2.0:

#### *Competencias didácticas y tecnológicas*

- Capacidad motivadora, mediante el diseño de contenidos enfocados a la aplicación práctica y a la formulación de actividades formativas adaptadas a las características cognitivas y a los intereses de los estudiantes.
- Capacidad para evaluar los aprendizajes, adoptando una evaluación continua que constate la asimilación y la aplicación práctica de los contenidos.
- Capacidad para manejar herramientas digitales adecuadas tanto a los contenidos como a las actividades que han de desarrollarse y a las características cognitivas de los discentes.
- Habilidad para utilizar y seleccionar de forma apropiada los recursos 2.0 para promover el aprendizaje.

### Competencias tutoriales

- Capacidad comunicativa, habilidades sociales y empatía para favorecer el proceso de comunicación e interacción con los estudiantes en el contexto virtual.
- Habilidad para crear y gestionar grupos de trabajo, promoviendo la participación activa del alumnado, previa selección de las herramientas 2.0. oportunas que la hagan más efectiva (*blogs, wikis, etc.*).

## Bibliografía

- AREA, M.; ADELL, J. (2009). «E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales». En: J. DE PABLOS (coord.). *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Málaga: Ediciones Aljibe. Págs. 391-424.
- CABERO, J.; ROMAN, P. (2006). *E-actividades. Un referente básico para la formación en Internet*. Sevilla: Editorial Eduforma.
- CVC DEL G9 (2010). *Oferta formativa para el curso académico 2010/2011*. [Fecha de consulta: 20 de octubre de 2010].  
<<https://www.uni-g9.net/portal/asignaturas2010-2011.html>>
- DE PABLOS, J. (2005). «El Espacio Europeo de Educación Superior y las Tecnologías de la información y la Comunicación». En: P. COLÁS y J. DE PABLOS (coords.). *La Universidad de la Unión Europea. El espacio Europeo de Educación Superior y su impacto en la docencia*. Málaga: Ediciones Aljibe. Págs. 57-73.
- DE PABLOS, J. (2008). «Nuevas formas de trabajo en las aulas universitarias con el soporte de las Tecnologías de la Información y la Comunicación». En: M. E. DEL MORAL y R. RODRÍGUEZ (coords.). *Experiencias docentes y TIC*. Barcelona: Editorial Octaedro. Págs. 43-58.
- DEL MORAL, M. E. (coord.) (2007). *Proyecto MATRIX: Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al nuevo EEES* [memoria en línea]. Proyecto financiado por el MEC. EA 2007-0015.  
<<http://82.223.210.121/mec/ayudas/CasaVer.asp?P=29~~~260>>
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2004). «Indicadores de calidad en la docencia virtual: adaptación de los entornos a la diversidad cognitiva de los estudiantes». *Aula Abierta*. Nº 84, págs. 155-172.
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2009a). «Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al nuevo EEES». Proyecto MATRIX. Barcelona: Octaedro.  
<<http://www.octaedro.com/pdf/16036.pdf>>
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2009b). «Las competencias didácticas y tutoriales de los docentes en contextos virtuales, evaluadas por los aprendices, y sus implicaciones». En: R. ROIG (dir.). *Investigar desde un contexto educativo innovador*. Alicante: Editorial Marfil. Págs. 83-102.
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2010). «Formación del profesor 2.0: desarrollo de competencias tecnológicas para la escuela 2.0». *Revista Magíster*. Nº 23, págs. 59-70.

- GARCÍA, A.; TROYANO, Y. (2009). «El tutor universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior: guiando a estudiantes de pedagogía». En: R. ROIG (coord.). *Investigar desde un contexto educativo innovador*. Alicante: Editorial Marfil. Págs. 171-182.
- MINGORANCE, P. (2001). «Aprendizaje y desarrollo profesional de los profesores». En: C. MARCELO (coord.). *La función docente*. Madrid: Síntesis. Págs. 85-101.
- MILLER, L. (2000). «La resolución de problemas en colaboración». En: REIGELUTH (ed.). *Diseño de la instrucción. Teorías y Modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I*. Madrid: Santillana. Págs. 255-259. (Aula XXI).

### Sobre las autoras

*Dra. M<sup>a</sup> Esther del Moral Pérez*

[emoral@uniovi.es](mailto:emoral@uniovi.es)

Catedrática de Escuela Universitaria de Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación en la Universidad de Oviedo

Coordinadora del grupo de investigación Tecn@: Tecnología y Aprendizaje. Miembro del Comité de Innovación de la Universidad de Oviedo por concurso de méritos. Docente de la asignatura virtual pionera Educación en el ámbito rural impartida en línea dentro del Campus Virtual Compartido del G9. Entre sus publicaciones destacan: *Televisión, desarrollo de la creatividad e infancia* (coord.) (2010), Barcelona: Octaedro; coautora del libro *Proyecto MATRIX: Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al Blended Learning* (2009), Barcelona: Octaedro; coordinadora de *Experiencias docentes y TIC* (2008), Barcelona: Octaedro; *Sociedad del conocimiento: ocio y cultura* (2004), Oviedo: KRK; y autora de *Reflexiones sobre NNTT y educación* (1998) en la Universidad de Oviedo. Ha escrito diversos capítulos de libros en colaboración con otros autores y numerosos artículos en revistas españolas y extranjeras, además de abundantes comunicaciones en congresos nacionales e internacionales, localizables en DIALNET.

*Dra. Lourdes Villalustre Martínez*

villalustrelourdes@uniovi.es

Profesora de Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación en el Departamento de Ciencias de la Educación de la Universidad de Oviedo

Docente en varios cursos de enseñanza virtual destinados al profesorado universitario e impartidos dentro del Campus Virtual de la Universidad San Martín de Porres (Perú). Miembro del grupo de investigación Tec@: Tecnología y Aprendizaje. Su actividad investigadora se centra en el estudio de entornos virtuales de aprendizaje y estilos cognitivos, así como en el diseño de aplicaciones formativas hipermedia. Ha participado en diversos proyectos de investigación competitivos financiados por el MEC y la Universidad de Oviedo, entre otros. Es coautora del libro *Proyecto MATRIX: Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al Blended Learning* (2009), Barcelona: Octaedro, y ha escrito diversos capítulos de libros en colaboración con otros autores y numerosos artículos en revistas españolas y extranjeras de gran impacto e indexadas en las más importantes bases de datos. Cuenta con numerosas aportaciones en eventos y congresos nacionales e internacionales.

Universidad de Oviedo  
Facultad de Formación del Profesorado y Educación  
Despacho 210  
C/ Aniceto Sela, s/n  
33005 Oviedo (Asturias)  
España



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.



## ARTÍCULO

# Redes sociales y espacios universitarios. Conocimiento e innovación abierta en el espacio iberoamericano del conocimiento<sup>I</sup>

**Daniel Domínguez Figaredo**

ddominguez1@gmail.com

Profesor e investigador en la Facultad de Educación de la UNED

**José Francisco Álvarez Álvarez**

jalvarez@fsof.uned.es

Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la UNED

Fecha de presentación: febrero de 2011

Fecha de aceptación: mayo de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

## Cita recomendada

DOMÍNGUEZ, Daniel; ÁLVAREZ, José Francisco (2012). «Redes sociales y espacios universitarios. Conocimiento e innovación abierta en el espacio iberoamericano del conocimiento» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 51-64 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-dominguez-alvarez/v9n1-dominguez-alvarez>>

ISSN 1698-580X

## Resumen

Los espacios sociales basados en las tecnologías de la información pueden abrir nuevas vías para facilitar la participación de la comunidad universitaria en los procesos de toma de decisiones. Aunque la apropiación de tecnología sea muy elevada y generalizada entre los colectivos universitarios, resulta muy débil la presencia de procesos y estructuras adecuadas que permitan a las instituciones

---

1. Artículo basado en el trabajo y los resultados del proyecto de investigación «Gestión del conocimiento en la Red: UniversiaG10», financiado por la División Global Santander Universidades del Banco Santander, S.A.

canalizar la participación *online*, analizar su impacto para la mejora de los fines de la organización y, en última instancia, hacer uso de esos procesos abiertos como base para generar innovaciones en sus principales líneas de acción. Partiendo de la experiencia en la coordinación del proyecto Univer-siaG10, la plataforma en la web social del II Encuentro Internacional de Rectores Univer-sia (EIRU), en este artículo se formulan algunas innovaciones y elementos que justifican la necesidad de avanzar hacia una auténtica gobernanza electrónica de las universidades.

A partir del diseño y los resultados de dicho proyecto, se revisan las bases de la sociabilidad en la web partiendo del enfoque de los movimientos *grassroot* (de base) y los nuevos modelos de interacción híbrida en redes sociales dentro-fuera de internet. Apoyándonos en esas experiencias y en su análisis crítico, se plantearán formas de «empujar» (*to nudge*) hacia procesos de innovación abierta en las instituciones de educación superior, tomando como referencia las dinámicas de participación en la web social. En concreto, se conceptualizan dos casos de innovación socioeducativa que parten de las acciones aplicadas durante el desarrollo del proyecto: la institucionalización de las lógicas participativas y las dinámicas basadas en la comunidad. En las conclusiones se pone de manifiesto la oportunidad de avanzar hacia modelos de e-gobernanza en las universidades, con el objetivo de integrar la innovación abierta y las dinámicas de participación de la comunidad universitaria apoyadas por tecnologías sociales.

### Palabras clave

conocimiento distribuido, educación superior, redes sociales, innovación abierta, movimientos *grassroot*, *nudge*, e-gobernanza

## *Social Networks and University Spaces. Knowledge and Open Innovation in the Ibero-American Knowledge Space*

### *Abstract*

*Information technology-based social spaces can open up new ways to facilitate the university community's participation in decision-making processes. Although the appropriation of technology is very high and widespread among university groups, there is a very weak presence of suitable structures and processes that enable institutions to channel online participation, to analyse their impact on improving organisational goals and, ultimately, to make use of such open processes as a means of generating innovations in their main lines of action. Based on the experience of coordinating the Univer-siaG10 project, the Social Web platform of the 2<sup>nd</sup> Univer-sia International Meeting of Rectors, this article proposes some innovations and elements that justify the need to move towards true e-governance of universities.*

*Drawing on the design and results of this project, we review the bases of sociability on the Web by taking account of grassroots movements and new hybrid models of interaction on social networks, both on- and offline. Building on these experiences and a critical analysis of them, we consider ways to nudge towards open-innovation processes in higher education institutions by taking the dynamics of participation in the Social Web as the point of reference. In particular, two cases of socio-educational innovation stemming from the actions implemented while the project was running are conceptualised: firstly, the institutionalisation of participatory logics and, secondly, community-based dynamics. The conclusions highlight the opportunity to move towards e-governance models in universities in order to integrate open innovation and university-community participation dynamics through social technologies.*

### *Keywords*

*distributed knowledge, higher education, social networks, open innovation, grassroots movements, nudge, e-governance*



## Introducción

Los dos encuentros de rectores de las universidades iberoamericanas que ha organizado la red Universia (Sevilla 2006 y Guadalajara 2010) han servido para que los máximos responsables de esas instituciones contrasten su visión sobre la educación superior y formulen conjuntamente los retos que afronta el sistema de formación terciaria en su globalidad.<sup>2</sup> El último de ellos se celebró en Guadalajara (México), los días 30 de mayo y 1 de junio de 2010, bajo el nombre «Encuentro Internacional de Rectores Universia» (EIRU).

Con el fin de innovar en el modelo organizativo, desde los inicios de la preparación, los responsables del Encuentro Internacional de Rectores Universia (EIRU) se plantearon abrir a la comunidad universitaria el debate sobre los contenidos temáticos que iban a tratarse. Esos contenidos, propuestos inicialmente por los rectores y gestores institucionales, se tomarían como base para articular las reflexiones y los acuerdos derivados del evento. El nuevo modelo se planteó con el fin de reforzar la participación y la apertura y dio lugar a un formato de acontecimiento abierto y expandido (*living meeting*) que permitió aprovechar el potencial de los espacios de socialización *online* para integrar más directamente los intereses de la comunidad universitaria, a la que se dirigían fundamentalmente las acciones promovidas en los encuentros de rectores.

Para avanzar hacia ese objetivo de expansión participativa se pusieron en marcha una serie de proyectos soportados en internet, uno de los cuales, UniversiaG10, que tuvimos la oportunidad de coordinar, es objeto y fuente del análisis desarrollado en este artículo.<sup>3</sup> Las metas del proyecto UniversiaG10 se plantearon en tres ámbitos:

- en el ámbito instrumental, desarrollar una conversación *online* abierta a públicos pertenecientes a la sociedad iberoamericana que pudieran estar interesados en la educación superior;
- con los datos fruto de la participación, gestionar el conocimiento obtenido y transferirlo a los debates que articulaban el encuentro de rectores;
- y en el ámbito estratégico, se buscaba impulsar innovaciones en el uso de tecnologías para el fortalecimiento y la mejora de la gobernanza de las instituciones de educación superior integradas en la red Universia.

---

2. Los documentos oficiales resultantes de los dos encuentros de rectores están disponibles en: Declaración de Sevilla 2005, <http://encuentro2005.universia.net/declaracionsevilla.htm>; Agenda de Guadalajara 2010, <http://www.universiag10.org/wp-content/uploads/guadalajara.pdf>.

3. De manera resumida, la acción de UniversiaG10 consistió en buscar y estimular en las redes sociales el tipo de público que pudiera estar interesado en reflexionar sobre el sistema universitario iberoamericano, su presente y su futuro. Una vez en contacto con el público, para crear un discurso y articular una conversación a su alrededor, se generó un flujo informativo en las redes sociales para aportar ideas y dinamizar el intercambio en torno al II EIRU 2010. La conversación en la web social tuvo lugar en los siguientes escenarios: Twitter, Facebook, Youtube, LinkedIn y Delicious. Además, para gestionar todos los contenidos, se diseñó la plataforma propia [www.universiag10.org](http://www.universiag10.org), que actuó como un punto convergente para el seguimiento de todas las conversaciones abiertas en la web social.

Pueden consultarse el enfoque, los hitos y principales resultados obtenidos en el informe final del proyecto UniversiaG10 (Álvarez y Domínguez, 2010). Allí mismo se ofrecen pormenorizadamente todos los datos relevantes del proyecto, por lo que se remite al lector a la lectura detallada de dicho informe para la validación y contraste de las informaciones planteadas en este trabajo. A sus datos nos referiremos al plantear las reflexiones y los marcos analíticos derivados de esa intervención práctica.

La interpretación de los resultados generados en esos ámbitos se lleva a cabo a partir de un marco teórico-conceptual en el que se examinan las tensiones que surgen como consecuencia de la expansión de las nuevas formas de sociabilidad en internet. En el ámbito universitario estas tensiones se manifiestan en la peculiar relación entre las prácticas sociales *grassroot*<sup>4</sup> (de base), surgidas espontáneamente entre los participantes de la comunidad universitaria, y los posicionamientos institucionales que normalmente actúan en sentido contrario, creando marcos *online* delimitados y constreñidos a cierto tipo de prácticas (Pando, 2010).

Desde la experiencia en el proyecto UniversiaG10, en el que se pueden detectar esas tensiones, tratamos de reflexionar sobre cómo una adecuada consideración del potencial asociativo de internet puede servir de base para impulsar acciones institucionales generadoras de avances (Thaler y Sunstein, 2008) que, en este caso, pueden aplicarse a la mejora del modelo relacional y de producción conjunta de conocimiento entre las universidades y sus públicos.

## Marco teoricoconceptual: sociabilidad híbrida y movimientos de base

El fenómeno creciente de nuevas prácticas ciudadanas vinculadas al potencial innovador de las infotecnologías<sup>5</sup> aún está lejos de alcanzar plenamente el ámbito de la educación superior. Las universidades han incorporado numerosas tecnologías de forma generalizada bajo el impulso de las novedades procedentes de los sectores informático y de las telecomunicaciones.<sup>6</sup> Pero, en general, no parece que esa proliferación de herramientas y sistemas se haya desarrollado en el marco de una dirección politicoinstitucional que supere el ámbito de acción específico de las unidades y servicios tecnológicos y alcance todas las líneas estratégicas de la organización.

Desde su inicial conceptualización, el proyecto UniversiaG10 pretendía evitar esos sesgos en favor de la tecnología considerada en su versión aséptica, incluyendo como elemento principal los componentes sociales de la interacción. Para ello, se centró la atención en expandir la participación

---

4. Los movimientos *grassroot* son agrupaciones ciudadanas que emergen espontáneamente con una determinada finalidad que justifica su existencia y las dota de significado. Estos grupos no se considerarán aquí en toda su amplitud sociológica. Se utilizarán específicamente como aproximación interpretativa al ideario y la configuración de las comunidades virtuales que dieron forma a las primeras expresiones de la cibercultura. Puede verse un amplio análisis de estos movimientos y su conexión con la evolución de internet en Castells (2000 y 2001). Para un estudio aplicado de la capacidad de acción de los grupos base *online* en contextos y con fines diversos, véase Norris (2001), Juris (2006) y Castells (2009).

5. Si bien el término «infotecnología» suele tener una acepción eminentemente tecnológica, con aproximaciones específicas desde la ingeniería y la economía –véase Sáez (2004)–, en este artículo se emplea con el fin de plasmar el componente material de la información en el contexto de la sociedad red (Castells, 2001).

6. Existen multitud de estudios sobre el papel de las infotecnologías en la educación superior. Tomando como referencia el contexto español, la imagen más representativa la proporciona la serie de estudios UNIVERSITIC de la Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas. El último de estos estudios (Uceda y Barro, 2009) proporciona una fotografía netamente tecnocéntrica en relación con el potencial socioeducativo de las infotecnologías. De manera complementaria a esta visión, puede verse una aproximación crítica a los modelos de apropiación de las tecnológicas con fines pedagógicos en la educación superior en Domínguez (2007). Posteriormente, hemos elaborado conjuntamente esta perspectiva en el estudio «Gobierno electrónico y gobernanza en el Sistema Universitario Español (GEGOSUE)» (Álvarez *et al.*, 2011).

social en diversos escenarios web, lo que requería aproximarse a los rasgos que caracterizan al comportamiento humano en los nuevos contextos sociotécnicos, atendiendo por igual al nivel individual –que determina la «presencia» en la red– y al grupal –plasmado en las llamadas «comunidades virtuales». Ese análisis permitió, por un lado, enmarcar las principales dimensiones que configuran la sociabilidad *online* e, igualmente, introducir una base conceptual sobre la que planear usos y prácticas socioeducativos de/con tecnologías en diversos ámbitos institucionales.

## «Presencia» social híbrida

La «presencia» en la web comprende el conjunto de prácticas sociales que definen la actuación y el posicionamiento de los individuos en la sociedad de la información. Conocer sus rasgos definitorios proporciona la base esencial sobre la que diseñar acciones efectivas de dinamización social. De los múltiples elementos que configuran la presencia *online*, interesa analizar desde una óptica teórico-conceptual dos aspectos especialmente pertinentes para el diseño de acciones sociales extendidas como las que tuvieron lugar en el II EIRU: (i) la estructura tecnosocial que caracteriza a los entornos donde se producen las prácticas; y (ii) los aspectos relacionados con la implicación de las personas en redes participativas.

Desde un punto de vista estructural, la web constituye un espacio público complementario del medio físico donde se conforma la sociabilidad cotidiana. La estructura de ese espacio público no es estática, sino que evoluciona en función de las interacciones complejas que se dan entre sus dos componentes esenciales: el tecnológico y el social. En el marco de esa evolución y a efectos analíticos, el rasgo de la web más destacado actualmente es la hibridación entre las facetas de la sociabilidad *online* y *offline*. El factor de hibridación *online-offline* afecta directamente a la estructura de la sociabilidad, provocando cambios significativos en el comportamiento de los sujetos. Como consecuencia de ese componente, se percibe que las prácticas que tienen lugar en los sitios web más consolidados como Facebook o Twitter difieren radicalmente del ideario y los fines que estaban presentes en las primeras comunidades virtuales. En los primeros momentos de la web las relaciones sociales se caracterizaban por un claro encorsetamiento, especialmente en lo referido a las temáticas de la conversación –con contenidos vinculados al desarrollo de los protocolos y el *software* que posibilitó el surgimiento de internet, las reivindicaciones cívicas y los juegos de rol–<sup>7</sup> y a la estructura de esa conversación –limitada por las características de las herramientas de comunicación.<sup>8</sup> Con el tiempo, esas prácticas tan específicas han dado paso a formas de relación más abiertas, donde las tecnologías están presentes de manera directa, encastradas (*embedded*) en la vida física de las per-

7. Para una primera aproximación a la lógica de las comunidades virtuales previa a la eclosión de las redes sociales, véase Rheingold (1993), Turkle (1995), Jones (1998), Castells (2001), Di Maggio *et al.* (2001) y Katz *et al.* (2001). Un análisis genérico de las temáticas de los movimientos sociales en la web de primera generación puede verse en Diani (2000).

8. Puede verse un análisis sobre cómo la arquitectura tecnológica condiciona las prácticas sociales en la web en Mayans (2001), en el caso de los canales de Chat IRC, y Estalella (2005a y 2005b), en el caso de las comunidades de *bloggers*.

sonas, y los contenidos intercambiados cubren todo el espectro temático de la cotidianidad.<sup>9</sup> Por su parte, la ubicuidad de los dispositivos de conexión permite formas de sociabilidad expandida que difuminan los límites entre la realidad física y la virtual (Monge y Contractor, 2003; Benkler, 2006; Echeverría, 2009).

El modelo resultante consiste en un entramado donde las relaciones se distribuyen en forma de red, las plataformas que median entre la realidad física y la virtual actúan como interfaces de comunicación y las interacciones *online* constituyen el «pegamento» que garantiza la conexión entre los actores y que impulsa, en última instancia, las innovaciones necesarias para mantener activo el sistema (Freire, 2010). En cierta manera, esas interacciones constituyen el fluido en el que se expresan las individualidades humanas, cuyo comportamiento equivale al de las membranas semipermeables, selectoras de información contextualmente dependiente (Álvarez, 2001 y 2002).

## Participación (desde la base) en la web social

El proyecto UniversiaG10 buscaba impulsar la presencia de la comunidad universitaria iberoamericana en el II EIRU. Para lograrlo se diseñó una estrategia de dinamización en la web social con el triple objetivo de: (i) permitir el acceso de la comunidad universitaria a todos los contenidos del encuentro de rectores; (ii) activar y mantener la participación en la red en torno al encuentro; y (iii) establecer los recursos que permitieran reutilizar el contenido de los debates *online* para enriquecer las reflexiones introducidas por los rectores. Planteados de forma general, esos objetivos no difieren significativamente de los buscados en otros proyectos similares de gestión de grupos *online*.

Para lograr esos fines, en el diseño del proyecto se consideraron los límites a las clásicas teorías de dinamización de comunidades virtuales (Rheingold, 1993) derivados de las nuevas formas de sociabilidad expandida, con prácticas *online* y *offline* y participantes procedentes de múltiples entornos culturales. La innovación más importante consistió en un sistema de comunicación distribuido basado en múltiples conversaciones abiertas. Con ello se pretendía que fueran los propios participantes quienes moldeasen la evolución del discurso que sustentaría el sentimiento de filiación. También se crearon nuevos espacios de intercambio y socialización bajo la marca UniversiaG10 que permitieron recoger las iniciativas de la comunidad universitaria. La conversación en la red se planteó de un modo integrador, tratando de agrupar en torno a una misma corriente discursiva, sucesivamente, las actividades previas al encuentro, los debates de los participantes en Guadalajara y las aportaciones generadas tras la clausura. Esas acciones innovadoras supusieron un avance en el modelo de relación de una institución como Universia con sus públicos, ahora basado en procesos bidireccionales y dotados de mayor horizontalidad.

Igualmente, para superar los clásicos modelos de interacción en las comunidades virtuales, se diseñó una estrategia de participación comunitaria basada en el funcionamiento de los movimien-

---

9. A este abanico temático genérico hay que sumarle de manera particular el trasfondo banal y fake que domina el relato y la conversación en las redes sociales que constituyen el *mainstream* (Mayans, 2006; Lara, 2010).

tos *grassroots* (de base) en el ciberespacio. Las formas organizativas *grassroot* constituyen un foco de análisis importante para comprender las actuales dinámicas sociales en la red y, por extensión, permiten explicar cómo se configura la organización de la acción colectiva *online-offline*.<sup>10</sup>

En las etapas anteriores a la web social, los movimientos *grassroot* en internet se articulaban como «multitudes inteligentes» y utilizaban el potencial de internet para reforzar su papel e influir en el entorno con finalidades diversas (Rheingold, 2002). Más adelante, la capacidad de acción de los colectivos de cualquier tipo se expandió significativamente como consecuencia de dos factores tecnosociales de primer orden: (i) la creciente propagación de los dispositivos móviles, y (ii) el surgimiento de nuevas plataformas de innovación abiertas, que operan y se retroalimentan a través de prácticas sociales que tienen lugar tanto dentro como fuera del espacio de internet. El cruce de esos dos factores se ha traducido en nuevas capacidades organizativas a disposición de las comunidades y los movimientos sociales, que son sustantivamente diferentes de las disponibles en la etapa pre-2.0. Hoy en día, las infotecnologías actúan como un potente catalizador que «empodera» a los actores sociales y les dota de los recursos necesarios para llevar a cabo su acción en la sociedad de la información.<sup>11</sup>

Dentro de su limitado ámbito de acción, el proyecto UniversiaG10 pretendía actuar como un agente que hacía un uso indirecto de las formas de organización *grassroot*. El interés analítico se situaba en las formas precisas para llevar a cabo una acción de base desde una plataforma institucional como Universia, y en cómo evitar que el enfoque corporativo alterase negativamente los objetivos de apertura y horizontalidad. Ambos aspectos forman parte de las innovaciones sociotécnicas que se examinan en el siguiente apartado.

## Focos de innovación socioeducativa

A continuación se presentan las principales innovaciones surgidas como resultado de esta experiencia y que se relacionan con los objetivos generales del proyecto: expandir la capacidad organizativa de la comunidad universitaria iberoamericana y gestionar el conocimiento que surgió en ese contexto.

Para un mejor análisis de esas innovaciones y de sus posibles transferencias a las instituciones de educación superior, consideramos de utilidad el enfoque de los *nudges*, propuesto por Thaler y Sunstein (2008) en el marco del llamado paternalismo libertario.<sup>12</sup> Las innovaciones y propuestas

---

10. Véase Castells (2009) para un profundo análisis de la organización de los movimientos sociales basada en infotecnologías y su impacto en el cambio cultural en el marco de la sociedad de la información.

11. Esta nueva realidad que facilitan las herramientas de la web 2.0 y otras tecnologías de diferente categoría como la realidad aumentada, la información dinámica contextual o la geolocalización, ha sido conceptualizada por George Siemens con el término «xWeb». Para Siemens (2010), la «xWeb es la utilización de los datos inteligentes y estructurados procedentes de nuestras interacciones e identidades físicas y virtuales para extender nuestra capacidad de ser conocidos por otros y por los sistemas». En el contexto de este trabajo, se entiende que los individuos y las comunidades operan actualmente en un escenario así definido.

12. Los *nudges* («empujoncitos») se basan en la evidencia de que la toma de decisiones de las personas no tiene lugar en el vacío. Se hace en un ambiente influido por muchas variables condicionantes. La persona/organismo que crea el escenario donde se toman esas decisiones es un arquitecto de la elección (Thaler, Sunstein y Balz, 2010). Los *nudges* utilizan esa archi-

novedosas que surgieron en el proyecto UniversiaG10 pueden actuar como *nudges* a disposición de las instituciones de educación superior para «empujar» a mejorar sus dinámicas de participación y gestión abierta en favor de la comunidad universitaria.

## Apropiación sociotécnica inversa: institucionalización de los métodos *grassroot*

Desde el punto de vista conceptual se trata de reflexionar sobre enfoques combinados entre: (i) las propuestas de acción social basadas en comunidades generativas que son propias de la cultura *online*, y (ii) las iniciativas institucionales que utilizan los recursos de la web 2.0 como una estrategia de marketing para acceder e influir en su público objetivo. Las prácticas comprendidas en esta segunda dimensión se denominan *astroturfing*. El *astroturfing*, o césped artificial (término surgido en contraposición al de *grassroot*, o raíz de césped, aquí empleado en su acepción de movimiento espontáneo de base popular), pretende «hacer pasar una campaña publicitaria, fiesta, manifestación o reivindicación como algo popular, espontáneo e independiente a la organización o empresa» (Pando, 2010). Consiste en que las instituciones o agentes oficiales usen formas de acción procedentes de los movimientos de base en la red con el fin de desarrollar su misión y objetivos estratégicos. Si bien UniversiaG10 no fue enteramente una iniciativa de *astroturfing*, sí poseía componentes muy próximos, como el hecho de tratarse de un proyecto impulsado desde un organismo como Universia<sup>13</sup> y tener entre sus finalidades la mejora del impacto en la web social del II EIRU.

Existe un riesgo evidente al cruzar las prácticas procedentes de modelos de movilización *online* enfrentados. Entre otros, la deriva de las prácticas institucionales hacia acciones propias de las bases sociales, en lo que constituye una forma de apropiación inversa que da lugar a numerosos efectos negativos, como la pérdida de credibilidad del discurso corporativo, la deserción de la masa crítica, la unidireccionalidad de la conversación, el empobrecimiento de los contenidos o la imposibilidad de generar argumentos novedosos a partir de los intereses del grupo. Todo ello perjudica la eficacia comunicativa en el seno de la red social que se pretende impulsar y, por tanto, su potencial como plataforma de debate expandido.

Evitar esos efectos negativos por parte de las universidades es un principio central, puesto que se trata de instituciones que basan su prestigio en la credibilidad y la fiabilidad de sus propuestas hacia/en la sociedad. En general, los usuarios de las redes sociales esperan de sus interlocutores en las universidades el establecimiento de relaciones sinceras, no comerciales y que proporcionen la oportunidad de interactuar y conocer diferentes iniciativas más allá de las que están disponibles en el mundo físico.

---

tectura que rodea a la elección para «empujar» a la gente a tomar mejores decisiones, sin forzar los resultados finales y manteniendo la elección del sujeto. Ese enfoque de intervención indirecta y opcional se denomina «paternalismo libertario».

13. De hecho, según la Wikipedia, «el *astroturfing* puede ser lanzado por un particular interesado personalmente por un asunto o por grupos profesionales financiados por grandes empresas u organizaciones activistas o sin ánimo de lucro»: <http://es.wikipedia.org/wiki/Astroturfing> (fecha de consulta: 10/10/2010).

Los mecanismos utilizados en UniversiaG10 para corregir la tendencia a la apropiación inversa de dinámicas *grassroot* en las universidades sugieren dos posibles iniciativas: (i) la generación de múltiples ámbitos conversacionales, que amplíen las posibilidades de desarrollar temáticas y proporcionen a los participantes una oferta variada que responda a sus intereses; y (ii) la continuidad temporal de la acción, que es clave para asentar la identidad digital de la institución en la red, haciéndose reconocible y generando la confianza necesaria para motivar intervenciones ricas por parte de sus públicos.

## Dinámicas basadas en la comunidad

Las instituciones de educación superior constituyen redes sociales (aunque no estén necesariamente estructuradas reticularmente) que agrupan a una serie de actores con los que comparten intereses comunes en los ámbitos de la formación para la inserción profesional y de la investigación. Por su parte, la comunidad universitaria forma otra red relacionada directamente con el entramado institucional, que posee un programa de acción propio definido por los actores que la integran. La capacidad de relación de ambas redes depende directamente de la capacidad de compartir protocolos de comunicación entre ambos sistemas. En la medida en que ambas redes posean protocolos comunes, las dinámicas dentro-fuera serán más fluidas. En ese sentido, las prácticas llevadas a cabo en las redes sociales pueden actuar bien como elementos conectores (interfaces semiabiertos) o bien como inhibidores para el desarrollo de esos protocolos. Por su parte, como se ha apuntado anteriormente, en la sociedad de la información el contenido de esos intercambios *online* constituye el «pegamento» social sobre el que se asientan las innovaciones sociotécnicas aplicables al sistema.

En un escenario así definido, la articulación de los procesos de paso y de los protocolos de comunicación que relacionan a las instituciones con sus comunidades de referencia (y, por extensión, con el resto de redes y actores sociales centrales) es clave para el éxito de las organizaciones y de sus agentes responsables (Castells, 2000, 2001 y 2009). El proyecto UniversiaG10 apuntó hacia dos líneas posibles para mejorar esa conexión. Ambas se vinculan con la finalidad de obtener conocimiento a partir de la interacción grupal y generar innovaciones que apoyen a los procesos de mejora continuada en el ámbito universitario.

Una primera línea que se puso de manifiesto –si bien de un modo indirecto– fue que las estrategias de apertura institucional *online* pueden facilitar la generación de conocimiento válido para la innovación y la mejora del sistema, en este caso, del sistema universitario iberoamericano. Esta tendencia se basa en el rol del sujeto como un usuario activo en la web. En la memoria del proyecto UniversiaG10 se identifica esta figura con la del «consumidor productivo» (Álvarez *et al.*, 2010, pág. 15). El término, que puede traducirse como *prosumer* –fusión de las palabras *PROducer* (productor) y *conSUMER* (consumidor)– tiene una larga trayectoria en la historia del pensamiento económico.<sup>14</sup> Con el auge de las redes sociales, ha cobrado un nuevo sentido y se emplea indistintamente para referirse a un tipo de usuario que interactúa con los contenidos de la web. Llevado al ámbito educativo,

---

14. Por ejemplo, fue utilizado ya en 1980 por Alvin Toffler en su best seller *La tercera ola*. Pero también se puede remontar a clásicos del pensamiento social; baste recordar al Marx de los *Grundrisse*.

este fenómeno ha dado paso a las teorías del estudiante como productor (Neary, 2008; Mc Culloch, 2009; Neary y Winn, 2009; Taylor y Wilding, 2009), que sitúan a los docentes en el papel de acompañantes y guías del proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrollan su *expertise* en una determinada materia al estilo de los *curators* de las exposiciones culturales (Graham y Cook, 2010). Una comunidad universitaria compuesta de actores capaces de producir contenido, articulados en red junto con las plataformas de interfaz necesarias para canalizar esa participación, es la condición estructural necesaria para gestionar el conocimiento en el sistema formado por las instituciones de educación superior, tanto en el nivel geográfico e identitario local como en el conjunto de la sociedad global.

Una segunda línea orientadora se refiere a las dinámicas comunitarias, entendidas como la capacidad de generar innovación institucional basada en la articulación de la participación abierta de los sujetos y grupos de interés. Este proceso –que se relaciona directamente con el fenómeno *prosumer*– ha sido conceptualizado de formas diversas en función de donde se sitúe el foco de interés. Por ejemplo, puede definirse como *crowdsourcing* o externalización apoyada en colectivos si el objetivo es reducir costes y acelerar los procesos en una organización. O también puede llamarse *Open Innovation OUT*, si lo que se pretende es mejorar la creatividad (Freire, 2007).

En cualquier caso, todos los modelos de innovación social abierta comparten tres características básicas: redes, colaboración y propiedad compartida. Por ello, en la plataforma abierta UniversiaG10 pretendimos desarrollar un modelo de gestión del conocimiento que tuviese en cuenta esos tres rasgos y proponer procesos articulados para: (i) diseñar una base para la *colaboración*, tomando como escenario la web social; (ii) integrar los actores en una *red* de intereses mutuos, mediante una corriente discursiva que actuase como denominador común; y (iii) vincular el resultado de los intercambios a una causa *compartida*, como era el II EIRU.

## Conclusiones: hacia la e-gobernanza en la universidad

Hemos tratado de documentar un caso de relación de las instituciones universitarias con sus públicos, basado en el uso intensivo de tecnologías de mediación por los aparatos orgánicos. Las nuevas formas de relación inspiradas en este tipo de experiencias apuntan a utilizar intensivamente el potencial de los *social media* y de los dispositivos que facilitan la ubicuidad, para expandir las capacidades de generar intercambios y crear y compartir nuevo conocimiento. Asimismo, introducen algunas innovaciones que están en consonancia con la metodología y los objetivos del gobierno electrónico (e-gobierno) de las organizaciones.

En ese sentido, es bajo el marco de los sistemas de e-gobernanza, integradores de las tecnologías digitales y sus derivadas sociotécnicas, que esas innovaciones podrían implementarse de forma provechosa para las instituciones. Todo ello abre nuevas líneas de investigación que pueden resultar muy significativas para la inevitable transformación que se está produciendo en la universidad, en sus modelos pedagógicos, organizativos y de gestión, provocada por el profundo impacto de la consolidación de un nuevo marco sociotécnico caracterizado por la expansión masiva de las tecnologías de la información y la comunicación.



## Bibliografía

- ÁLVAREZ, J. F. (2001). «Filtros, membranas y redes: vínculos entre ética y economía». En: M<sup>a</sup>. I. Lafuente (coord.). *Los valores en la ciencia y la cultura: Actas del Congreso «Los valores en la ciencia y la cultura»*. León: Universidad de León, Servicio de Publicaciones. Págs. 159-176.
- ÁLVAREZ, J. F. (2002). «El tejido de la racionalidad acotada y expresiva». En: M. B. Wrigley (ed.). *Dialogue, language, rationality*. Campinas, Brasil: Universidad de Campinas.
- ÁLVAREZ, J. F.; DOMÍNGUEZ, D. [et al.] (2010). *UniversiaG10: Gestión en la nube del II Encuentro de Rectores Universia*. Madrid. [Fecha de consulta: 10 de diciembre de 2010].  
<<http://www.slideshare.net/universiag10/informe-universiag10-30062010>>
- ÁLVAREZ, J. F.; ÁLVAREZ, L.; DOMÍNGUEZ, D.; KICZKOWSKI, A. (2011). «Gobierno electrónico y gobernanza en el Sistema Universitario Español». Informe de investigación. Ministerio de Educación. Programa de Estudios y Análisis (EA-2010-0147). Gobierno de España.
- BENKLER, Y. (2006). *The Wealth of Networks, How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven: Yale University Press.
- CASTELLS, M. (2000). *La era de la información. Vol. I. La sociedad red*. Madrid: Alianza Editorial.
- CASTELLS, M. (2001). *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*. Barcelona: Plaza & Janés.
- CASTELLS, M. (2009). *Communication Power*. Nueva York: Oxford University Press.
- DI MAGGIO, P.; HARGITTAI, E.; NEUMAN, W. R.; ROBINSON, J. P. (2001). «The Internet's Effects on Society». *Annual Reviews of Sociology*. N.º 27, págs. 307-336.
- DIANI, M. (2000). «Social Movement Networks Virtual and Real». *Information Communication & Society*. Vol. 3, n.º 3, págs. 386-401.
- DOMÍNGUEZ, D. (2007). «Devenir histórico de mitos y usos tecnológicos en educación a distancia: de la lectoescritura al e-learning». *TEXTOS de la CiberSociedad*. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<<http://cibersociedad.net/textos/articulo.php?art=136>>
- EICHEVERRÍA, J. (2009). «Cultura digital y memoria en red». *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*. N.º 737, págs. 559-567.
- ESTALELLA, A. (2005a). «Anatomía de los blogs. La jerarquía de lo visible». *TELOS, Revista de Comunicación e Innovación*. N.º 65. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].  
<<http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/telos/articulocuaderno.asp?idarticulo=9&rev=65.htm>>
- ESTALELLA, A. (2005b). «Filtrado colaborativo: la dimensión sociotécnica de una comunidad virtual». *UOC Papers*. N.º 1. UOC. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2010].  
<<http://www.uoc.edu/uocpapers/1/dt/esp/estalella.pdf>>
- FREIRE, J. (2007). «Rutas para la innovación abierta: costes, aceleración y creatividad». *Nómada*. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2010].  
<[http://nomada.blogs.com/jfreire/2007/03/rutas\\_para\\_la\\_i.html](http://nomada.blogs.com/jfreire/2007/03/rutas_para_la_i.html)>
- FREIRE, J. (2010). «Cultura postdigital: pegamento, emergencia e innovación» [ponencia en línea]. En:

*Primer Maratón del Pensamiento sobre Internet y Nuevas Tecnologías de Fundación Telefónica* (9 de julio: Madrid). [Fecha de consulta: 15 de diciembre de 2010].

<<http://mediateca.fundacion.telefonica.com/vod-publico3/show.asp?numero=000-thinkparty-326>>

GRAHAM, B.; COOK, S. (2010). *Rethinking Curating. Art after New Media*. Cambridge (MA): MIT Press.

JONES, S. G. (ed.) (1998). *Cybersociety 2.0: Revising Computer-Mediated Communication and Society*. Thousand Oaks: Sage.

JURIS, J. S. (2006). «Movimientos sociales en red: movimientos sociales por una justifica global». En: M. Castells (ed.). *La sociedad red: una visión global*. Madrid: Alianza Editorial. Págs. 415-439.

KATZ, J. E.; RICE, R. E.; ASPDEN, P. (2001). «The Internet 1995-2000: Access, Civic Involvement, and Social Interaction». *American Behavioral Scientist*. Vol. 45, n.º 3, págs. 405-419.

LARA, T. (2010). «Miénteme, pero con arte». *Tiscar.com*. [Fecha de consulta: 10 de enero de 2011].

<<http://tiscar.com/2010/06/21/mienteme-pero-con-arte/>>

MAYANS, J. (2001). «Género confuso: género Chat». *TEXTOS de la CiberSociedad*. N.º 1. [Fecha de consulta: 10 de enero de 2011].

<<http://www.cibersociedad.net/textos/articulo.php?art=22>>

MAYANS, J. (2006). «Etnografía virtual, etnografía banal. La relevancia de lo intrascendente en la investigación y la comprensión de lo cibernético» [comunicación en línea]. En: *III Congreso Online del Observatorio para la CiberSociedad*. [Fecha de consulta: 10 de enero de 2011].

<<http://www.cibersociedad.net/congres2006/gts/comunicacio.php?id=772>>

Mc. CULLOCH, A. (2009). «The Student as Co-Producer: Learning from Public Administration about the Student-University Relationship». *Studies in Higher Education*. N.º 34, págs. 171-183.

MONGE, P.; CONTRACTOR, N. (2003). *Theories of Communication Networks*. Oxford: Oxford University Press.

NEARY, M. (2008). «Student as producer – risk, responsibility and rich learning environments in higher education. Social purpose and creativity – integrating learning in the real World». En: J. Barlow, G. Louw, M. Price (eds.). *Proceedings of Learning and Teaching Conference 2008*. Brighton: University of Brighton Press.

NEARY, M.; WINN, J. (2009). *The student as producer: reinventing the student experience in higher education. The future of higher education: policy, pedagogy and the student experience*. Londres: Continuum.

NORRIS, P. (2001). *Digital Divide: Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.

OCDE (2001). *E-government: Analysis Framework and Methodology*. OECD Public Management Service, Public Management Committee. [Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2010].

<[http://www.oilis.oecd.org/olis/2001doc.nsf/LinkTo/PUMA\(2001\)16-ANN-REV1](http://www.oilis.oecd.org/olis/2001doc.nsf/LinkTo/PUMA(2001)16-ANN-REV1)>

PANDO, F. (2010). «Guerra de césped: natural o artificial». *Yorokobu*. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2011].

<<http://www.yorokobu.es/2010/05/04/guerra-de-cesped-natural-o-artificial/>>

RHEINGOLD, H. (1993). *The Virtual community. Homesteading in the electronic frontier*. Nueva York: Harper Perennial.

- RHEINGOLD, H. (2002). *Smart Mobs the Next Social Revolution*. Cambridge, MA: Basic Books.
- SÁEZ, F. (2004). *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*. Madrid: Ramón Areces.
- SIEMENS, G. (2010). *xWeb. Connectivism. Networked and Social Learning*. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2011].  
<<http://www.connectivism.ca/?p=264>>
- TAYLOR, P.; WILDING, D. (2009). *Rethinking the values of higher education - the student as collaborator and producer? Undergraduate research as a case study*. Southgate (UK): The Quality Assurance Agency for Higher Education. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2011].  
<<http://www.qaa.ac.uk/students/studentEngagement/Rethinking.pdf>>
- THALER, R.; SUNSTEIN, C.; BALZ, J. (2010). «Choice Architecture». *Social Science Research Network*. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2011].  
<<http://ssrn.com/abstract=1583509>>
- THALER, R. H.; SUNSTEIN, C. R. (2008). *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. New Haven, CT: Yale University Press.
- TURKLE, S. (1995). *Life on the Screen. Identity in the Age of the Internet*. Nueva York: Simon and Schuster.
- UCEDA, J.; Barro, S. (2009). *Las TIC en el sistema universitario español. UNIVERSITIC 2009*. Madrid: CRUE. [Fecha de consulta: 15 de enero de 2011].  
<[http://www.crue.org/export/sites/Crue/Publicaciones/Documentos/Universitic/UNIVERSITIC\\_2009.pdf](http://www.crue.org/export/sites/Crue/Publicaciones/Documentos/Universitic/UNIVERSITIC_2009.pdf)>

## Sobre los autores

Daniel Domínguez Figaredo

[ddominguez1@gmail.com](mailto:ddominguez1@gmail.com)

Profesor e investigador en la Facultad de Educación de la UNED

Es Presidente del Observatorio para la CiberSociedad, desde 2011. Ha sido director de la web de la UNED, entre los años 2007 y 2010. Sus líneas de investigación se centran en el análisis de la mediación tecnológica y las teorías educativas que sustentan el aprendizaje en entornos ciberales. En sus últimas contribuciones ha profundizado en el análisis del aprendizaje social y abierto en la red, la gestión del conocimiento distribuido, los contenidos educativos abiertos y las heurísticas de mundos virtuales, desde el enfoque de la educación a lo largo de la vida. Ha coordinado numerosos proyectos de investigación financiados en convocatorias públicas, procedentes de la Unión Europea y de los ministerios de Educación y Ciencia en España.

*José Francisco Álvarez Álvarez*

[jalvarez@fsof.uned.es](mailto:jalvarez@fsof.uned.es)

Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la UNED

Ha sido vicerrector de Investigación y de Relaciones Internacionales de la UNED. Coordinador del grupo de investigación METIS. Miembro del comité editorial de *Universia-España*. Autor de «La innovación en la periferia» (Madridmasd), «Ciberciudadanía, cultura y bienes públicos» (Arbor, 2009). Con Javier Echeverría, ha escrito entre otros trabajos, «Bounded rationality in the social sciences» (2008) y «Las lenguas en las sociedades del conocimiento» (2009).



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## ARTÍCULO

# Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki

**Manuel Palomo Duarte**

manuel.palomo@uca.es

**Inmaculada Medina Bulo**

inmaculada.medina@uca.es

**Emilio José Rodríguez Posada**

emiliojose.rodriguez@uca.es

**Francisco Palomo Lozano**

francisco.palomo@uca.es

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz

Fecha de presentación: noviembre de 2010

Fecha de aceptación: julio de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

**Cita recomendada**

PALOMO, Manuel; MEDINA, Inmaculada; RODRÍGUEZ, Emilio José; PALOMO, Francisco (2012). «Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki» [artículo en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 65-85 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-palomo-medina-rodriguez-palomo/v9n1-palomo-medina-rodriguez-palomo>>  
ISSN 1698-580X

**Resumen**

En este artículo se presenta WikiHaskell, un proyecto basado en tecnologías wiki que se ha desarrollado en la titulación de Ingeniero en Informática de la Universidad de Cádiz. WikiHaskell es un wiki en el que los alumnos, organizados en grupos de tres, crean material complementario sobre bibliotecas del lenguaje de programación Haskell. El principal objetivo de este proyecto es incorporar al aula la creación de conocimiento libre, de manera que se consiga que los alumnos se conviertan en los verdaderos protagonistas de la asignatura. Para evaluar el wiki y, por tanto, el trabajo realizado por el alumnado se ha desarrollado StatMediaWiki, un sistema de análisis estadístico para wikis MediaWiki

que permite hacerlo de manera sencilla y transparente. StatMediaWiki genera un informe general del wiki y análisis individuales del trabajo desarrollado por cada usuario, por cada página y por cada categoría. Gracias al análisis de contribuciones de esta herramienta se han podido identificar varios perfiles de usuario según su distribución temporal en el curso. Del mismo modo, el análisis por categorías facilita la detección de determinadas situaciones dentro de un grupo, como por ejemplo, la ubicación de los alumnos líderes o la de los menos activos. Tanto el contenido del wiki como el código de StatMediaWiki son libres y accesibles públicamente.

### Palabras clave

aprendizaje colaborativo asistido por computador, wikis, medición en aprendizaje electrónico, software libre

## *Wikis in Teaching: An Experiment with WikiHaskell and StatMediaWiki*

### *Abstract*

*This article presents WikiHaskell, a project based on wiki technologies developed on the Computer Engineering degree course at the University of Cadiz. WikiHaskell is a wiki for which students, organised into groups of three, create complementary materials on Haskell programming language libraries. The main objective of this project is to introduce open knowledge creation into the classroom, thus turning the students into the true protagonists of the course subject. To assess the wiki and, therefore, the work done by the students, StatMediaWiki was developed. This is a statistical analysis system for MediaWiki wikis that allows such assessments to be performed both easily and transparently. StatMediaWiki generates an overall report of the wiki and individual analyses of the work done by user, by page and by category. In the experiment described, StatMediaWiki's analysis of the time distribution of the students' contributions allowed a range of user profiles to be identified. Likewise, by-category analysis allowed certain situations within a group to be detected, such as the identification of the lead students or the less active ones. Both the wiki content and the StatMediaWiki code are open source and publicly accessible.*

### *Keywords*

*computer-assisted collaborative learning, wikis, e-learning assessment, open-source software*

## 1. Introducción

Hace unos años, en la web había una clara e insalvable distinción entre creadores y consumidores de información. Sin embargo, las tecnologías web 2.0 han revolucionado este esquema. Dentro de ellas, la tecnología MediaWiki (Wikimedia Foundation, 2010) permite crear conocimiento de manera colaborativa con una sencillez inaudita: con la sola pulsación de un botón se puede pasar de ser un mero consumidor de información a autor de contenidos con un público potencial enorme. Baste como ejemplo Wikipedia, un proyecto realizado por voluntarios que ha provocado recientemente que Microsoft abandone la comercialización de su enciclopedia de pago Encarta (20 Minutos, 2010).

En las titulaciones de Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz (UCA) se están llevando a cabo varios proyectos educativos con tecnologías wiki (Palomo *et al.*, 2009). Existen otras iniciativas parecidas, como la descrita en Chao *et al.* (2007), pero con un nivel de automatización aún limitado (Dodero *et al.*, 2009). En este artículo nos centraremos en WikiHaskell, un wiki desarrollado por alumnos de la asignatura de Programación Funcional, una optativa de cuarto/quinto curso de la titulación de Ingeniero en Informática de la UCA. Este proyecto es accesible públicamente con licencia libre (OSLUCA, 2010b) y cuenta con el apoyo de la Oficina de Software Libre y Conocimiento Abierto de la UCA (OSLUCA) (OSLUCA, 2010a).

En el marco de este proyecto, como trabajo de clase, los alumnos documentan bibliotecas del lenguaje de programación Haskell. Para evaluar el wiki y, por tanto, el trabajo llevado a cabo por los alumnos se ha desarrollado un software de análisis estadístico de wikis, StatMediaWiki, con licencia libre (Rodríguez *et al.*, 2010). Este programa ofrece, en su versión 1.05, un análisis general del wiki, y análisis individuales por usuario, por página y por categoría.

El resto del documento se organiza de la siguiente forma: en la segunda sección se exponen los objetivos de la experiencia realizada. En la tercera sección se presenta StatMediaWiki, el sistema de análisis estadístico desarrollado para evaluar wikis MediaWiki. A continuación, la cuarta sección detalla la experiencia desarrollada con WikiHaskell. Por último, se ofrecen las conclusiones sobre nuestra experiencia y las referencias empleadas.

## 2. Objetivo

El principal objetivo de este proyecto es incorporar al aula la creación de conocimiento libre, de manera que se consiga que los alumnos se conviertan en participantes activos de la asignatura, tanto en clase como fuera de ella (Ebner *et al.*, 2008). Para ello se crean, en grupos de tres alumnos seleccionados aleatoriamente, materiales complementarios a los proporcionados en clase para la asignatura Programación Funcional, una optativa de cuarto/quinto curso de la titulación de Ingeniero en Informática de la UCA.

Esta asignatura introduce la programación funcional, un paradigma de programación novedoso para el alumno, que ha estudiado previamente el paradigma imperativo y el orientado a objetos. Supone aprender una nueva forma de enfocar y resolver problemas que genera soluciones generales, elegantes y más fáciles de verificar. Pensamos que mediante las actividades implicadas en el proyecto presentado en este artículo se facilita la adquisición de esta nueva forma de enfocar y resolver problemas.

En nuestra experiencia, este enfoque favorece que se adquieran determinadas competencias, como las de expresión escrita, autoaprendizaje, trabajo en grupo o análisis crítico, a la vez que incrementa la motivación, algo que también ha sido observado por otros autores (Wheeler *et al.*, 2008; Cole, 2009). Los estudiantes comprenden mejor las dificultades que conlleva la redacción de documentación técnica de calidad y el profesor cuenta con una herramienta valiosa para observar su progreso y, en particular, cuáles son las materias que presentan una mayor dificultad para el alumno y dónde se producen confusiones o lagunas en los conceptos y técnicas que estos deben dominar.

Entre las competencias que se trabajan en este proyecto destacamos:

- **Adaptación al cambio** empleo de tecnologías de última generación.
- **Aprendizaje.** Utilización de nuevas herramientas y evaluación de su empleo por los alumnos.
- **Innovación.** Publicación del conocimiento generado. Esto hace que el trabajo de los alumnos no sea una simple práctica de clase, sino que pueda ser revisado y aprovechado por sus compañeros.
- **Trabajo en equipo.** Para realizar su trabajo, los alumnos tienen que llegar a un consenso sobre qué incluir en el wiki. Además, saben que ese trabajo puede ser revisado por pares (sus compañeros).

Por otro lado, creemos que esta experiencia tiene diversas vertientes de interés y algunos aspectos que inciden muy positivamente en la difusión de las acciones desarrolladas:

- **Creación de conocimiento.** Con las tecnologías wiki se crean apuntes en español sobre bibliotecas disponibles en Haskell, llenando un hueco existente en recursos libres en español en esta área. De hecho, uno de los objetivos principales es que sirva de complemento al wiki en español que está actualmente disponible sobre Haskell, que no tiene apenas contenido relacionado con el manejo de las múltiples bibliotecas existentes que se pueden usar con el lenguaje.
- **Visibilidad.** Se usan sistemas accesibles desde internet. Esto permitirá que el conocimiento generado no se quede en el ámbito del aula, estando disponible en cualquier momento para toda la comunidad interesada (en nuestro caso, ingenieros informáticos, principalmente).
- **Colaboración entre el alumnado.** Tras un corto periodo de aprendizaje en el uso de las herramientas, estas tecnologías permiten a los alumnos colaborar de manera asíncrona y distribuida. Cada alumno puede realizar su trabajo donde desee y adecuándose a su horario (algo muy valorado por ellos).

Además, al trabajar con tecnologías abiertas es fácil seguir los avances y resultados del proyecto empleando herramientas específicas que han sido especialmente diseñadas para tal fin. Para esta experiencia se ha usado el software para wikis MediaWiki y el sistema de análisis StatMediaWiki.

### 3. Análisis de wikis con StatMediaWiki

La tecnología libre MediaWiki es la que usan actualmente la mayoría de los wikis libres. Está basada en PHP y permite conexiones con bases de datos MySQL y PostgreSQL. Entre los wikis que la usan se incluyen Wikipedia y sus proyectos hermanos (como Wiktionary, Wikibooks, Wikisource, etc.), para los que fue concebida originalmente. Esta tecnología fue creada por Lee Daniel Crocker (Bo y Ward, 2001) y actualmente es mantenida por empleados de la Fundación Wikimedia y algunos voluntarios. Dada la difusión de este proyecto, la interfaz está total o parcialmente traducida a más de 200 idio-



mas (Varios autores, 2010a). Además, a medida que se populariza el software, existen cada vez más extensiones que añaden nuevas funciones al sistema, como web semántica, gestión de acceso de usuarios, etc. (Varios autores, 2010b).

Además, la filosofía abierta y la comunidad que se generan entorno al uso de esta tecnología han dado lugar a la realización de múltiples estudios y al desarrollo de nuevas herramientas. Por ejemplo, en su tesis doctoral *Wikipedia: A quantitative analysis* (Ortega, 2009), Felipe Ortega presenta un análisis de las 10 mayores versiones de Wikipedia. También existen herramientas que revierten vandalismos en MediaWiki (Potthast *et al.*, 2010), como AVBOT (Rodríguez, 2010), un sistema antivandalismos para la versión española de la Wikipedia que resultó galardonado con el premio al Mejor Proyecto Comunitario en el III Concurso Universitario de Software Libre (Varios autores, 2010c).

Para facilitar el seguimiento y la evaluación del trabajo del alumnado en WikiHaskell se ha desarrollado una herramienta de análisis estadístico de wikis basados en MediaWiki: StatMediaWiki. Este sistema está disponible para su descarga gratuita con licencia libre (Rodríguez *et al.*, 2010). Similar a aplicaciones como StatSVN o CVSanaly (Robles *et al.*, 2004), pero adaptado a wikis, permite observar la actividad de los usuarios y los progresos en los contenidos que se generan. Del mismo modo, facilita el diseño de métricas para determinar quiénes contribuyen al wiki y en qué medida. El empleo de wikis para su evaluación y diseño ha sido abordado en trabajos recientes (Judd *et al.*, 2010; Wang, 2009), aunque también destacan los enfoques de De Pedro (2007) y Trentin (2008).

El análisis generado por StatMediaWiki 1.05 muestra, en primer lugar, un resumen global con el número de páginas, ediciones totales y número de usuarios y de ficheros subidos. A continuación, se detalla la evolución del wiki a lo largo del tiempo con unas gráficas que permiten ver el número de bytes añadidos (fig. 1) y la actividad general según la hora del día y el día de la semana.

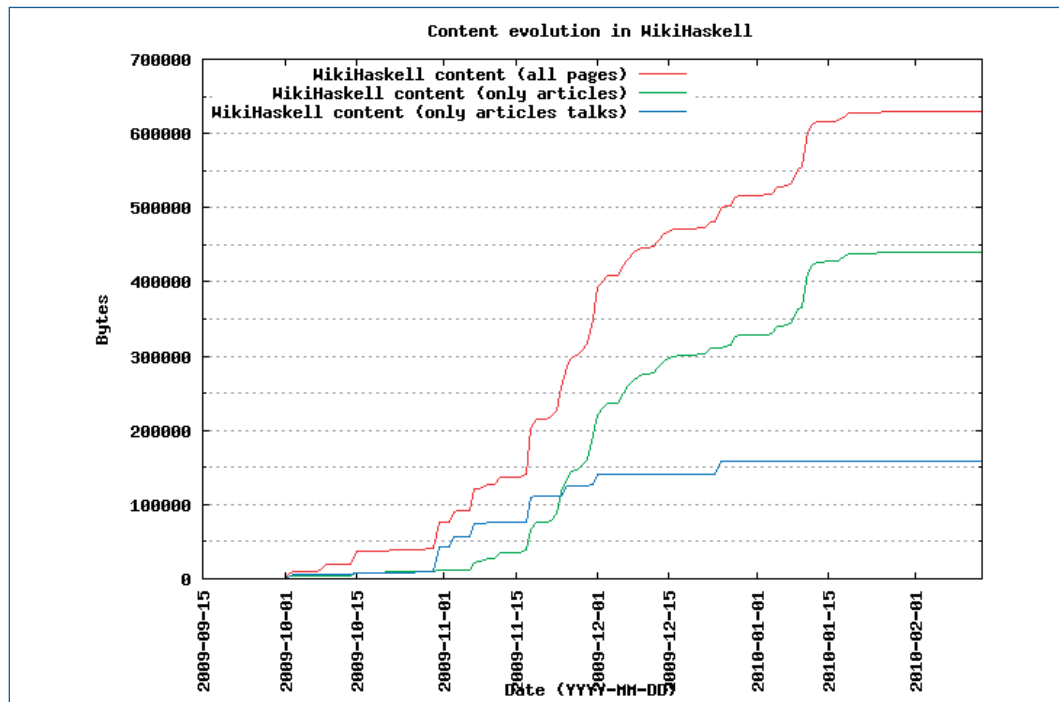


Figura 1: Evolución del tamaño de WikiHaskell.

Posteriormente, unas tablas proporcionan un listado de los usuarios que han trabajado en el wiki ordenados por modificaciones realizadas, con el número de bytes añadidos y la cantidad de ficheros subidos. Un ranking de páginas más editadas permite ver qué contenidos han sufrido más modificaciones y revisiones (tabla 1). También, es posible observar qué palabras clave se han utilizado en mayor medida durante las ediciones del wiki (nube de *tags*).

Además, el análisis que proporciona la herramienta no solo ofrece una visión general, sino que permite ver, usuario a usuario, cuál ha sido el progreso de este a lo largo del tiempo, el contenido añadido, las horas y días de la semana en las que más se ha trabajado, las páginas en las que se han realizado más modificaciones y una galería con las imágenes aportadas al wiki.

Por último, en cuanto al análisis por páginas, se muestra un informe por página similar al de usuario, con su progreso a lo largo del tiempo, el contenido añadido, las horas y días de la semana en las que más se ha trabajado, los usuarios que han realizado más modificaciones y la nube de *tags*. La información mostrada por páginas agrupadas por categorías es idéntica a esta última, pero con un ranking de páginas que pertenecen a la misma.

N.º	Usuario	Ediciones totales	Ediciones en artículos	Bytes añadidos	Bytes añadidos en artículos	Ficheros
1	Alumno1	175 (11,78%)	87 (7,75%)	209.882 (30,31%)	26.017 (5,51%)	0
2	Alumno2	129 (8,68%)	54 (4,81%)	12.668 (1,83%)	8.390 (1,78%)	0
3	Alumno3	75 (5,05%)	49 (4,37%)	39.309 (5,68%)	32.997 (6,99%)	1
4	Alumno4	63 (4,24%)	54 (4,81%)	28.478 (4,11%)	27.219 (5,76%)	2
5	Alumno5	62 (4,17%)	61 (5,44%)	15.185 (2,19%)	14.851 (3,14%)	0
6	Alumno6	54 (3,63%)	27 (2,41%)	31.382 (4,53%)	26.789 (5,67%)	0
7	Alumno7	51 (3,43%)	41 (3,65%)	19.058 (2,75%)	18.683 (3,96%)	9
8	Alumno8	50 (3,36%)	49 (4,37%)	23.145 (3,34%)	23.109 (4,89%)	0
9	Alumno9	49 (3,30%)	47 (4,19%)	5.614 (0,81%)	5.525 (1,17%)	0
10	Alumno10	38 (2,56%)	37 (3,30%)	11.854 (1,71%)	11.292 (2,39%)	0
	Subtotal	746 (50,20%)	506 (45,10%)	396.575 (57,27%)	194.872 (41,27%)	12

Tabla 1: Ranking de usuarios de WikiHaskell.

StatMediaWiki se ha empleado en el análisis de WikiHaskell, como apoyo para la evaluación de los alumnos, obteniendo resultados bastante satisfactorios, que serán concretados en la próxima sección. Dados los buenos resultados obtenidos al aplicar StatMediaWiki a WikiHaskell, creemos que también sería interesante ampliarlo para su utilización en otros campos, como el análisis de wikis públicos o la evaluación de competencias (Dodero *et al.*, 2009).

## 4. WikiHaskell

El desarrollo del proyecto WikiHaskell se encuadra dentro del Proyecto de innovación educativa universitaria para el personal docente e investigador, titulado «Empleo de tecnologías colaborativas web 2.0 para fomentar el trabajo en equipo del alumnado», de la UCA (Universidad de Cádiz, 2009).

### 4.1. Desarrollo

Durante el desarrollo de la asignatura, el alumno sigue una evaluación continua a través de la realización y la superación de las siguientes tareas y actividades de obligado cumplimiento:

1. Pruebas individuales presenciales de control escritas. Suponen el 30% de la nota de la evaluación final.
2. Resolución de ejercicios: desarrollo de funciones (ejercicios de programación mediante ordenador y escritos sobre papel). Representan el 25% de la nota final.
3. Realización de trabajos: desarrollo de materiales complementarios a los proporcionados en clase en WikiHaskell y elaboración de críticas y resúmenes sobre artículos y conferencias. En total suman el 35% de la nota final (25% para el desarrollo de materiales complementarios en WikiHaskell).
4. Generación de dudas y selección de las más útiles y frecuentes (DUF). La generación de este DUF también se hace dentro de WikiHaskell y supone un 10% de la nota final.

Para el desarrollo de WikiHaskell, se dividió al alumnado en grupos de tres seleccionados de forma aleatoria para conseguir simular, dentro de nuestras limitaciones, lo que ocurre en la vida laboral: hay que trabajar en un equipo cuyos integrantes normalmente no puedes elegir.

Cada grupo selecciona, entre las bibliotecas disponibles en el lenguaje Haskell, la que va a usar para generar los materiales complementarios. Durante este curso se han documentado GHC6-Network, la biblioteca gráfica Gtk2Hs, la biblioteca astar, HOMMAGE, la biblioteca IO, la biblioteca libSDL, el paquete gnuplot, la biblioteca de empaquetamiento Cabal, las pruebas unitarias para Haskell, la biblioteca HPDF, la biblioteca HDBC, la biblioteca C Math y RSA-Haskell.

Además, cada grupo realiza presentaciones periódicas en clase en las que explican el estado actual de su trabajo con WikiHaskell, sus últimos avances y los problemas encontrados. Esto permite conocer la opinión de los alumnos sobre las técnicas de trabajo utilizadas y su progreso en el proyecto. Es imprescindible para la evaluación positiva que los integrantes del grupo vayan rotando, de manera que cada presentación periódica la realice un componente distinto.

También son requisitos indispensables:

- Asistencia sistemática a las sesiones que traten sobre WikiHaskell.
- Trabajo individual y en grupo. Cada alumno debe hacer de forma individual y en grupo aportaciones a WikiHaskell, tanto en el DUF como en los materiales complementarios.

- Seguimiento continuo y planificado. Se valora positivamente que las aportaciones a WikiHaskell se hagan de forma continua. Con esto se fomenta que el alumnado trabaje de forma continua y no lo deje todo para el final.
- Evaluación por pares. Se exige el seguimiento y evaluación de los trabajos realizados por otros compañeros.
- Realización y entrega de las actividades en las fechas fijadas.

En cuanto a los criterios de evaluación se tienen en cuenta:

- Adecuación a los principios del paradigma de la programación funcional.
- Adecuación a estándares y a especificaciones.
- Eficiencia en la ejecución de los programas realizados.
- Organización, claridad, elegancia y corrección de las soluciones presentadas.
- Participación e implicación.
- Corrección ortográfica y gramatical.

## 4.2. Análisis realizado de los datos de WikiHaskell

En la investigación llevada a cabo se realizó el siguiente análisis de los datos de WikiHaskell:

- La actividad de los usuarios: quiénes contribuyen al wiki y en qué medida, según las modificaciones que han realizado, los bytes que han añadido y la cantidad de ficheros subidos a lo largo del tiempo.
- El progreso en los contenidos del wiki: páginas más editadas que permiten ver qué contenidos han sufrido más modificaciones y revisiones, número total de páginas generadas, ediciones así como ficheros e imágenes subidos.
- La actividad general en el wiki según la hora del día y el día de la semana.
- Las palabras clave que se han utilizado en mayor medida durante las ediciones al wiki (nube de tags).

Todo el análisis se ha realizado utilizando StatMediaWiki, que de manera automática proporciona los resultados que se presentan en la siguiente sección. Los datos utilizados corresponden a los obtenidos en el periodo de tiempo que va desde octubre de 2009 a febrero de 2010, coincidiendo con el periodo de tiempo en el que se impartía la asignatura de Programación Funcional.

StatMediaWiki no sólo fue utilizado al final del curso para obtener los resultados finales (que se presentan a continuación), sino que también se utilizó durante el desarrollo de la asignatura. Esto permitió llevar un seguimiento bastante minucioso del progreso tanto del wiki como de los alumnos, así como realizar acciones correctivas para el buen funcionamiento de la asignatura y, en definitiva, de la propia experiencia.

### 4.3. Resultados

Este proyecto se ha desarrollado en el primer cuatrimestre del curso 2009-2010. Los resultados han sido muy positivos. A pesar de tener un número significativo de alumnos (en concreto 46, de los cuales 40 se involucraron en el proyecto), todos han rendido a un nivel bastante alto, especialmente en cuanto a su trabajo con WikiHaskell. De hecho, de los 46 alumnos iniciales, han aprobado los 40 que se han involucrado en el proyecto, ha habido 4 no presentados y solo dos suspensos.

Aplicando StatMediaWiki las cifras obtenidas nos indican que se han realizado 1.486 modificaciones con un total de 695.745 bytes, de las cuales 1.122 se han producido en 44 páginas (el resto son principalmente en páginas de discusión sobre bibliotecas de Haskell). Porcentualmente esto indica que cada alumno ha realizado una media de algo más de 32 aportaciones al wiki con un total de 15.124 bytes por alumno. También es curioso observar que el conjunto de los 10 alumnos que más aportaciones han realizado (que son algo más del 20% de la clase) suman alrededor del 50% de las aportaciones al wiki, lo que demuestra que por lo general la participación ha estado bastante distribuida (StatMediaWiki, 2009).

Además, gracias a las gráficas generadas por StatMediaWiki, se han podido identificar cinco perfiles de alumnos:

- Perfil *continuo*: lo consideramos el perfil óptimo. El alumno va haciendo aportaciones de forma continua durante todo el desarrollo del trabajo. Solo 3 de los alumnos han cumplido este perfil (por ejemplo el alumno de la figura 2).
- Perfil *en escalón*: también es un perfil bueno. El alumno va haciendo aportaciones de forma continua aunque algo intermitente. De todos los alumnos 16 han seguido este perfil (por ejemplo el alumno de la figura 3).
- Perfil *pico al principio*: este es el perfil del abandono, ya que lo siguen alumnos que solo realizaron aportaciones al principio pero que después abandonaron el trabajo y la asignatura. Solo 4 alumnos siguen este perfil (por ejemplo el alumno de la figura 4).
- Perfil *pico a mitad*: junto con el perfil en escalón, este es el que más han seguido los alumnos, 17 en total. En este caso, la mayor parte del trabajo se realiza a mitad del periodo de desarrollo (por ejemplo el alumno de la figura 5).
- Perfil *pico al final*: este es el perfil del alumno que deja el trabajo para última hora. Solo 6 de los alumnos cumplieron este perfil.

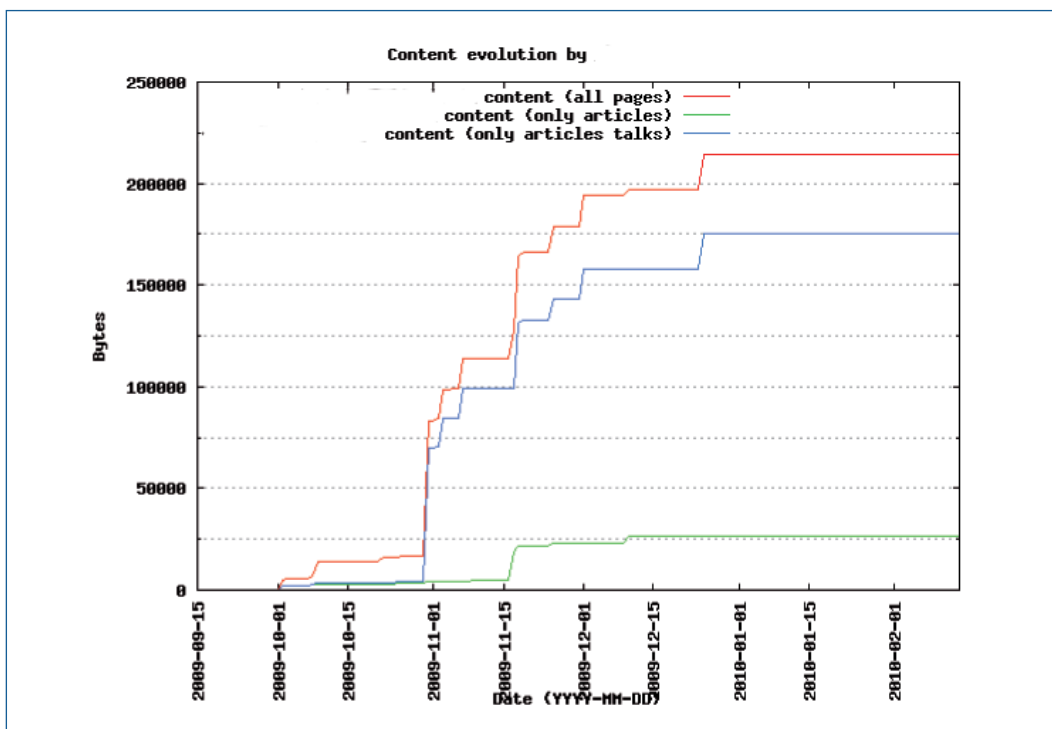


Figura 2: Ejemplo de perfil continuo

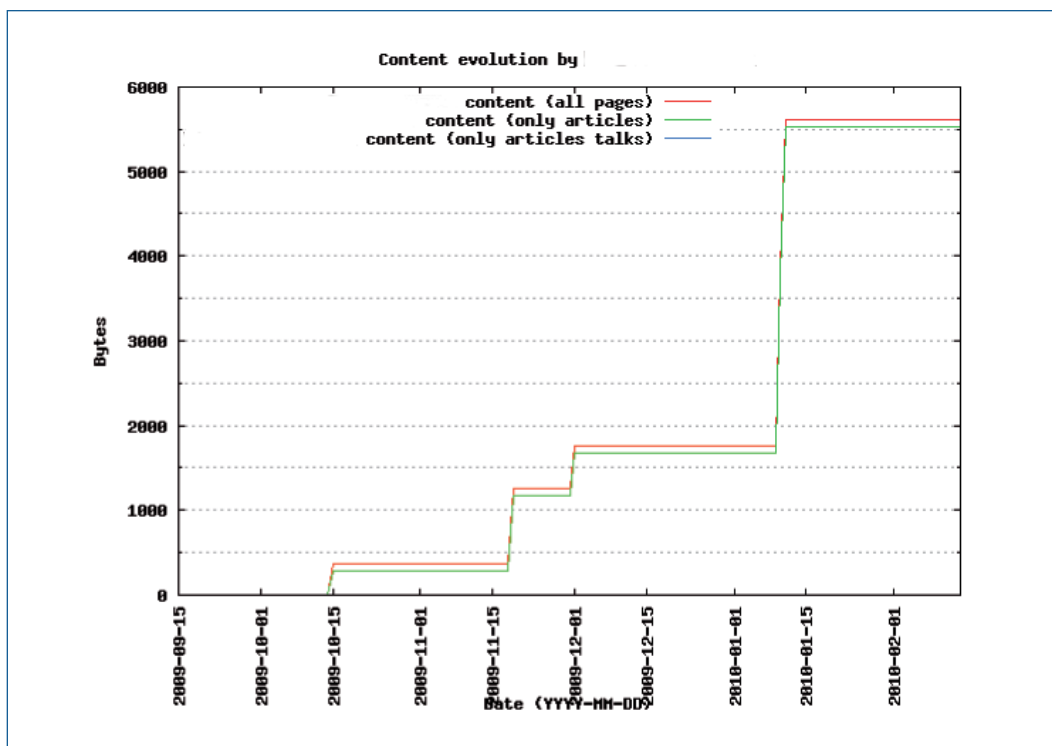


Figura 3: Ejemplo de perfil en escalón

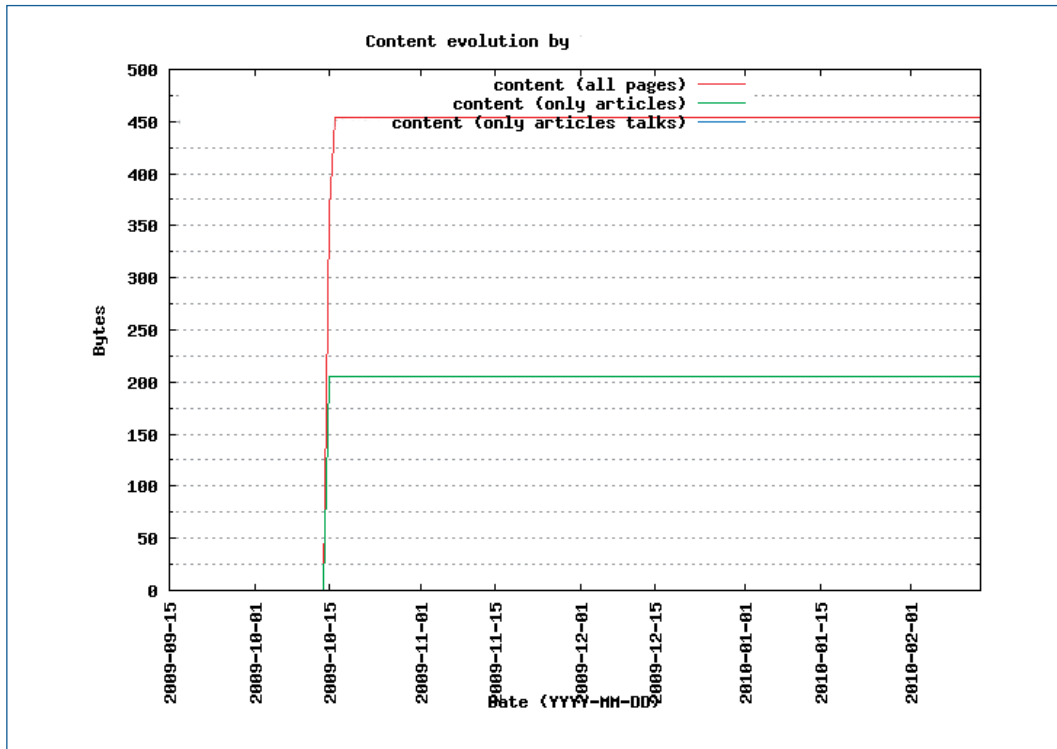


Figura 4: Ejemplo de perfil pico al principio.

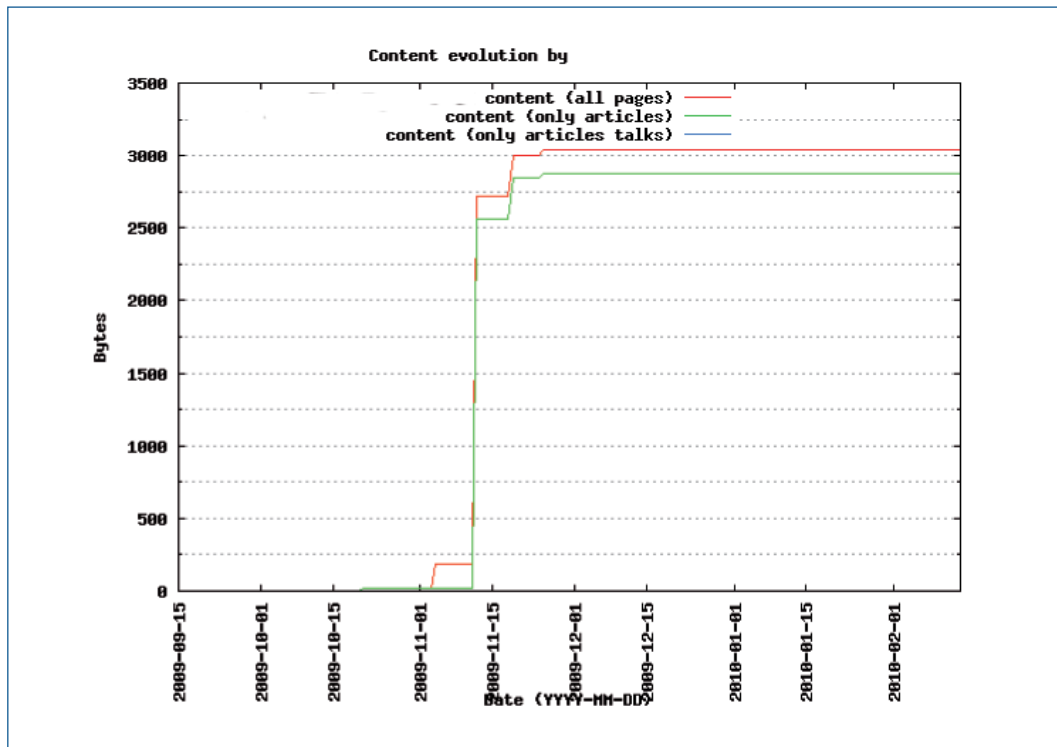


Figura 5: Ejemplo de perfil pico a mitad.

Además, también se han obtenido datos sobre las horas y los días de la semana en que más trabajan. A grandes rasgos, han trabajado más los días entre semana, ya que los fines de semana apenas se han hecho aportaciones. En cuanto a las horas, la dedicación es bastante variable aunque suelen trabajar más por las mañanas (es lógico, ya que las clases presenciales las tienen en horario de tarde).

Dado que es una actividad evaluable en clase y que cuenta en la nota final, el wiki solo permite que los alumnos de la asignatura puedan hacer modificaciones. Sin embargo, el contenido sí es públicamente accesible en Medina.

En una encuesta anónima que se realizó al alumnado tras terminar la asignatura, y que respondieron 24 alumnos, se obtuvieron los siguientes resultados (tabla 2), donde el rango de respuesta era de 0 (poco) a 5 (mucho):

<i>Pregunta</i>	<i>Media</i>
Opinión sobre el uso del wiki libre con acceso público en docencia	4,5
Desarrollo del trabajo en el wiki (grupos de tres alumnos, organización y revisiones, etc.)	3,83
Dificultad para usar el wiki	2,54
Peso del trabajo en el wiki en la nota final de la asignatura	3,67
Valoración general de la asignatura	4,13

Tabla 2: Encuesta final del curso.

Como se puede observar, la satisfacción de los alumnos con el uso del wiki libre con acceso público en docencia fue muy alta, siendo de 4,5 en una escala de 0 a 5. De hecho, se mantuvieron muy motivados e involucrados en el proyecto durante todo el desarrollo de la experiencia. En cuanto al desarrollo del trabajo, también se mostraron satisfechos, aunque en determinados momentos acusaron la carga de trabajo adicional. El uso del wiki no presentó dificultad alguna para la mayoría de los estudiantes, aunque hubo un pequeño grupo que sí tuvo al principio algunos problemas por la falta de familiaridad con esta tecnología. Por otro lado, la mayoría de los alumnos estuvieron de acuerdo con el peso asignado al trabajo en el wiki en la nota final de la asignatura. Por último, la valoración general de la asignatura también fue muy positiva, siendo de 4,13 en una escala de 0 a 5.

Además en la encuesta de satisfacción realizada por la unidad de calidad de la Universidad de Cádiz, la asignatura obtuvo la puntuación de 4,2 en una escala de 0 a 5, situándose por encima de la media obtenida por las asignaturas del departamento, la titulación y la universidad.

#### 4.4. Análisis por categorías

Tras la realización de la experiencia, se ha ampliado StatMediaWiki, incluyendo análisis por categorías, una de las características deseadas en su versión 1.05 (Rodríguez *et al.*, 2010). De este modo, se facilita el análisis de grupos de páginas que el próximo curso formarán parte de los proyectos de los grupos de alumnos.



En MediaWiki, una categoría es un grupo de artículos relacionados que tratan de un mismo tema. Un artículo puede formar parte de tantas categorías como se estime oportuno. Por ejemplo, una entrada en Wikipedia sobre «educación primaria» puede incluirse en las categorías *educación infantil* y *sistema educativo español*. Del mismo modo, una categoría puede formar parte de otras, convirtiéndose en una de sus subcategorías. Siguiendo con el ejemplo, *sistema educativo español* puede formar una subcategoría de *sistemas educativos en Europa*.

Los informes por categoría permiten seguir el trabajo realizado por un grupo de usuarios sobre el conjunto de páginas del wiki, de acuerdo con la naturaleza interrelacionada de la información. En particular, estos informes comienzan con diferentes estadísticas sobre la categoría: número de páginas, número de ediciones, número de usuarios que han participado en las mismas, número de bytes, etc. Luego, se incluyen los mismos diagramas de evolución de contenido y de actividad que en un informe normal de página, pero agregando la información de todas las páginas de la categoría. Finalmente, aparecen la lista de usuarios más activos, la de páginas más visitadas y la nube de etiquetas.

En WikiHaskell, cada grupo de estudiantes tuvo que trabajar en un tema concreto de la programación funcional, por lo tanto, podían dividir su trabajo en distintas páginas del wiki, todas pertenecientes a la misma categoría. De esta forma, su trabajo puede analizarse más fácilmente empleando gráficos por categoría de StatMediaWiki. En concreto, cinco de los 14 grupos dividieron su trabajo en más de una página.

El uso de análisis por categorías de StatMediaWiki ayuda, entre otros fines, a detectar a los líderes de cada grupo. Esto se observa claramente, por ejemplo, en los diagramas de evolución de contenidos de los distintos estudiantes de la categoría *libSDL* (figura 6). La figura 7 muestra la evolución del contenido generado por su líder. Cuando se compara con los otros dos miembros del grupo (figuras 8 y 9), podemos ver que el líder empezó a trabajar antes que los otros dos. En el eje vertical de los

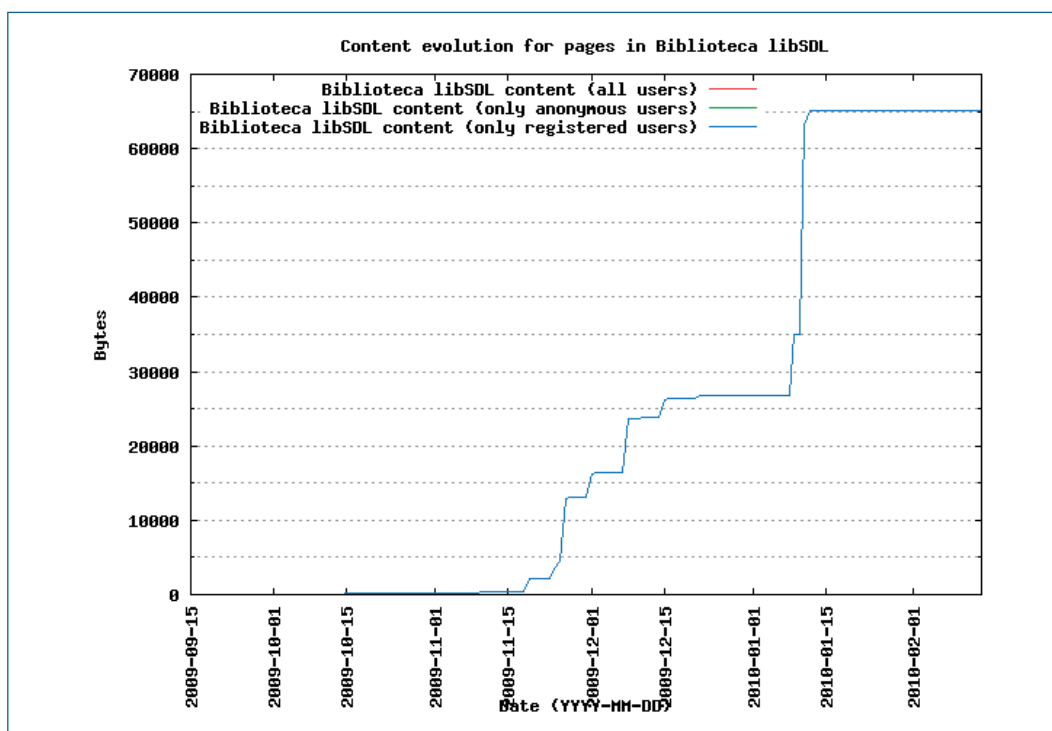


Figura 6: Evolución del contenido de la categoría libSDL.

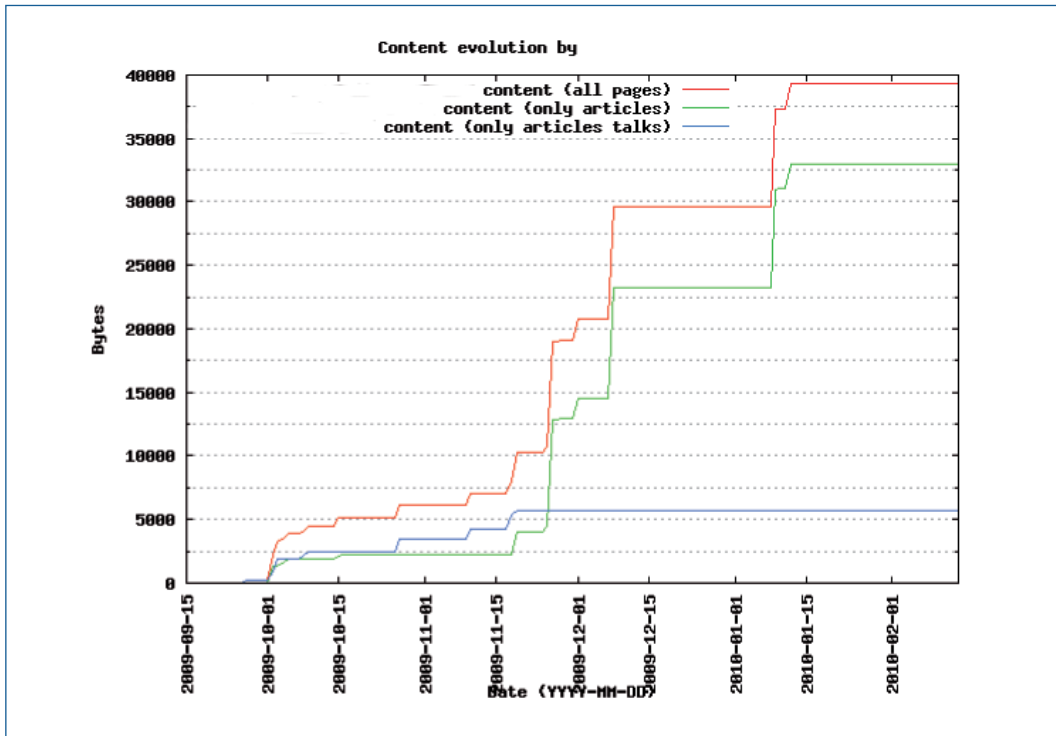


Figura 7: Evolución del contenido generado por el líder.

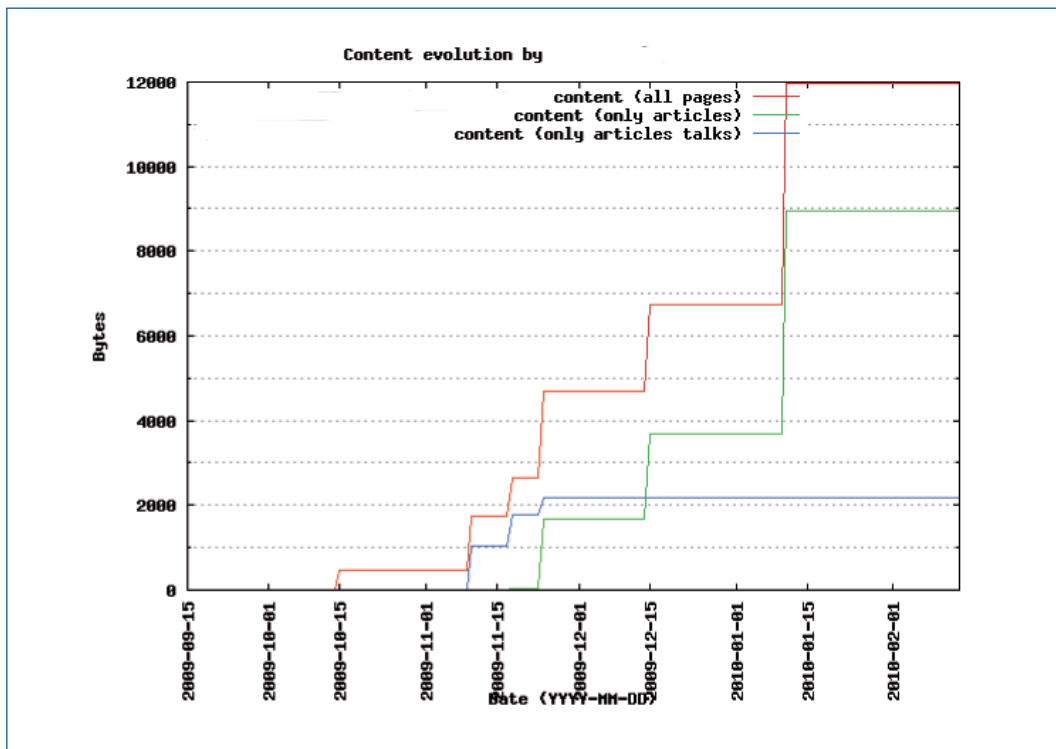


Figura 8: Evolución del contenido generado por el usuario 1.

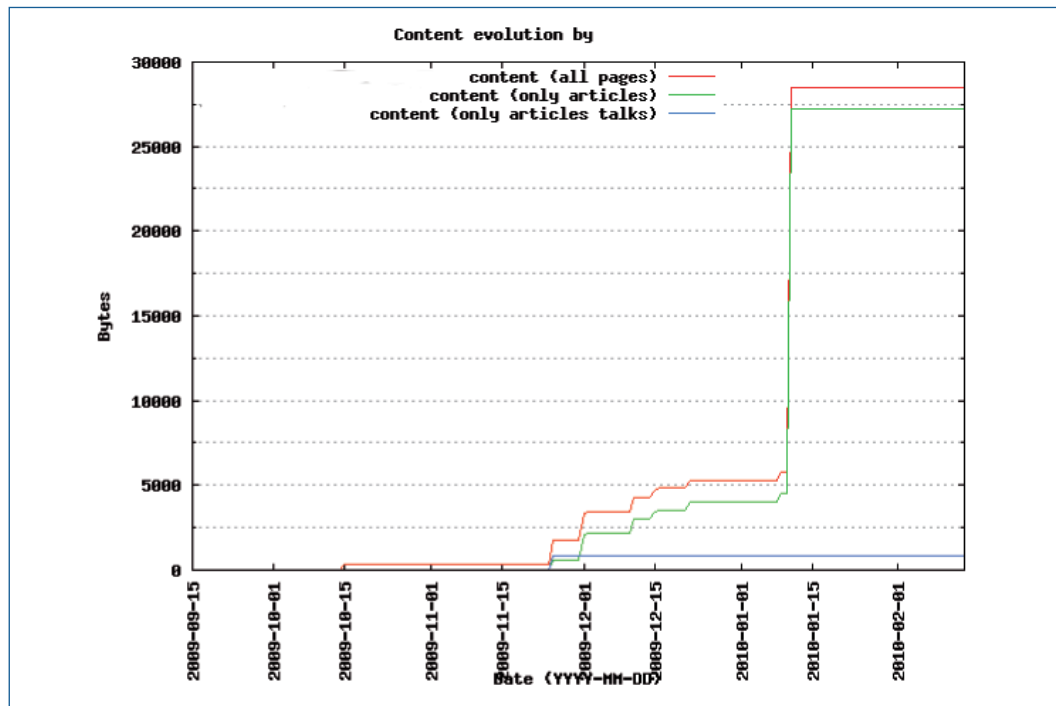


Figura 9: Evolución del contenido generado por el usuario 2.

diagramas (o en la clasificación de usuarios en la categoría) se aprecia que la cantidad total de bytes de las contribuciones del líder es mayor que la del resto de los contribuyentes.

Dado que el software MediaWiki no almacena las páginas que han pertenecido a una categoría a lo largo del tiempo, el informe se hace con las páginas que pertenecen actualmente a cada categoría. Esto puede llevar a pensar que un alumno puede falsear los datos del esfuerzo de un grupo añadiendo páginas a su categoría. Sin embargo, aunque es cierto que si se añade una página de tamaño medio a una categoría, el tamaño de su contenido se incrementa significativamente, también lo es, a la vez, que el porcentaje de las contribuciones de los autores a la categoría más amplia decrece en proporción. No obstante, dicha situación no se ha producido a lo largo de la experiencia desarrollada.

## 5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos presentado WikiHaskell, un proyecto que usa tecnologías wiki en la asignatura Programación Funcional de la titulación de Ingeniería en Informática de la UCA. Aunque esta iniciativa está centrada en la ingeniería informática entendemos que esta experiencia es adaptable a otras ramas del conocimiento, como se discutió en las Jornadas de Conocimiento Libre y Web 2.0 2009 organizadas por la OSLUCA en la Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz (OSCUA, 2009).

Nuestra experiencia muestra que estas tecnologías facilitan la detección de problemas en el aprendizaje de alumnos, en el trabajo interno de grupos, etc. Gracias al uso de una herramienta automática como StatMediaWiki se evitan muchas tareas repetitivas a la vez que se «arroja» luz sobre el trabajo realizado por los alumnos permitiendo evaluarlos de manera sencilla y transparente. Usando-

lo, hemos podido identificar varios perfiles de trabajo de los alumnos a lo largo de la asignatura. Cruzando esta información con su rendimiento académico podremos detectar, en los próximos cursos, aquellos alumnos proclives a abandonar la asignatura, lo que nos permitirá centrar en ellos nuestros esfuerzos. Igualmente, también se obtienen otros datos de interés como los días de la semana y las horas del día en que más trabajan, la distribución del trabajo por alumno o por páginas (individuales o agregadas por categorías), etc.

Por otro lado, los alumnos ven con muy buenos ojos la participación en este tipo de iniciativas en las que son protagonistas (Álvarez *et al.*, 2009; Recio-Quijano *et al.*, 2010). Creemos que usando tecnologías que les resulten cómodas y cercanas, y estableciendo un sistema de trabajo que sea flexible pero les obligue a rendir cuentas, su implicación, satisfacción y rendimiento académico pueden ser muy altos.

En las titulaciones de Ingeniería Informática de la Universidad de Cádiz (UCA) se están llevando a cabo varios proyectos educativos con tecnologías wiki (Palomo *et al.*, 2010). Su empleo para evaluación y su diseño han sido abordados en trabajos previos (De Pedro, 2007; Trentin, 2008). Pero aunque existen otras experiencias similares (Judd *et al.*, 2010; Wang, 2009), no únicamente en enseñanzas técnicas (Chao *et al.*, 2007; Varios autores, 2009a; Varios autores, 2009b), estas presentan un nivel de automatización aún limitado (Dodero *et al.*, 2009). La propia Fundación Wikimedia está desarrollando, en 2010-2011, un programa para que alumnos de universidades de EE.UU. mejoren los artículos de Wikipedia en inglés como parte del plan de estudios, aunque sus resultados son muy preliminares (Varios autores, 2011).

Por último destacamos la importancia para la comunidad hispana de WikiHaskell de disponer de documentación libre de calidad en español gracias a este tipo de experiencias.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de innovación educativa universitaria para el personal docente e investigador, «Empleo de tecnologías colaborativas web 2.0 para fomentar el trabajo en equipo del alumnado» (PIE-101), convocatoria 2009 de la Universidad de Cádiz.

## Bibliografía

20 Minutos (2010). «La Encarta sucumbe ante la Wikipedia» [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].

<<http://www.20minutos.es/noticia/460388/0/wikipedia/encarta/enciclopedia>>

ÁLVAREZ, Alejandro; PALOMO, Manuel; RODRÍGUEZ, Rafael (2009). «Experiencias en la aplicación de técnicas y herramientas de desarrollo colaborativo de software en una asignatura basada en proyectos». *Actas del XVII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, págs. 1-11.

BO, Leuf; WARD, Cunningham (2001). *The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web*. Addison-Wesley Professional. 1a edición.

CHAO, Joseph T.; PARKER, Kevin R. (2007). «Wiki as a teaching tool». *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*. Vol. 3, págs. 57-72.

- COLE, Melissa (2009). «Using wiki technology to support student engagement: Lessons from the trenches». *Journal of Computers & Education*. Vol. 52, págs. 141-146.
- DE PEDRO, Xavier (2007). «New method using Wikis and forums to evaluate individual contributions in cooperative work while promoting experiential learning: Results from preliminary experience». *Proceedings of the International Symposium on Wikis*. ACM. Págs. 87-92.
- DODERO, Juan Manuel; RODRÍGUEZ, Gregorio; IBARRA, María Soledad (2009). «Análisis de las contribuciones a un wiki para la evaluación web de competencias». *Actas de la Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías de Aprendizaje*. Págs. 268-277.
- EBNER, Martin; KICKMEIER-RUST, Michael; HOLZINGER, Andreas (2008). «Utilizing wiki-systems in higher education classes: A chance for universal access?». *Universal Access in the Information Society*. Vol. 7, págs. 199-207.
- JUDD, Terry; KENNEDY, Gregor; CROPPER, Simon (2010). «Using wikis for collaborative learning: Assessing collaboration through contribution». *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 26, n.º 3, págs. 341-354.
- MEDINA, Inmaculada *et al.* *WikiHaskell*.  
<<http://wikis.uca.es/wikihaskell>>
- ORTEGA, Felipe (2009). *Wikipedia: A quantitative analysis* [tesis en línea]. URJC. [Fecha de consulta: de octubre de 2010].  
<<http://libresoft.es/Members/jfelipe/phd-thesis>>
- OSLUCA (2009). *Jornadas de conocimiento libre y web 2.0* [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://softwarelibre.uca.es/jornadasweb>>
- OSLUCA (2010a). *Web de la Oficina de Software Libre y Conocimiento Abierto de la Universidad de Cádiz* [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://www.uca.es/softwarelibre>>
- OSLUCA (2010b). *Wikis libres con apoyo de la OSLUCA* [en línea]. UCA. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://osl.uca.es/wikis>>
- PALOMO, Manuel; MEDINA, Inmaculada; RODRÍGUEZ, Emilio José; SALES, Noelia (2009). «Tecnologías wiki y conocimiento abierto en la universidad». *Actas de la V Conferencia Internacional en Software Libre*, págs. 16-19.
- PALOMO, Manuel; MEDINA, Inmaculada; RODRÍGUEZ, Emilio José; PALOMO, Francisco (2010). «Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki». *Actas del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos SPDECE*. Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías de Aprendizaje (CcITA 2010), págs. 127-134.
- POTTHAST, Martin; STEIN, Benno; HOLFELD, Teresa (2010). «Overview of the 1st International Competition on Wikipedia Vandalism Detection». *Notebook Papers of CLEF 2010 LABs and Workshops*.
- RECIO-QUIJANO, Pablo; SALES-MONTES, Noelia; GARCÍA-DOMÍNGUEZ, Antonio; PALOMO-DUARTE, Manuel (2010). «Collaboration and competitiveness in project-based learning». *Proceedings of the ACM SIGCSE Methods and Cases in Computing Education Workshop (MCCE)*, págs. 8-14.

- ROBLES, Gregorio; KOCH, Stefan; GONZÁLEZ-BARAHONA, Jesús M. (2004). «Remote analysis and measurement of libre software systems by means of the CVSanaly tool». *Proceedings of the 2nd ICSE Workshop on Remote Analysis and Measurement of Software Systems (RAMSS)*, págs. 51-55.
- RODRÍGUEZ, Emilio José (2010). «AVBOT: detección y corrección de vandalismos en Wikipedia». *Novática*, núm. 203, págs. 51-53.
- RODRÍGUEZ, Emilio José *et al.* (2010). *StatMediaWiki* [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://statmediawiki.forja.rediris.es>>
- STATMEDIAWIKI (2009). *Estadísticas de StatMediaWiki sobre WikiHaskell* [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://osl.uca.es/statmediawiki>>
- TRENTIN, Guglielmo (2008). «Using a wiki to evaluate individual contribution to a collaborative learning project». *Journal of Computer Assisted Learning*. Vol. 25, págs. 43-55.
- UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (2009). «Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa Universitaria del Programa de Innovación Educativa de la Universidad de Cádiz». [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<[http://www.uca.es/web/estudios/proyecto\\_europa](http://www.uca.es/web/estudios/proyecto_europa)>
- VARIOS AUTORES (2009a). *Número Monográfico IV: WIKI y educación superior en España* (I parte).  
<[http://www.um.es/ead/Red\\_U/m4/](http://www.um.es/ead/Red_U/m4/)>
- VARIOS AUTORES (2009b). *Número Monográfico V: WIKI y educación superior en España* (II parte).  
<[http://www.um.es/ead/Red\\_U/m5/](http://www.um.es/ead/Red_U/m5/)>
- VARIOS AUTORES (2010a). «Translatewiki. Statistics for mediawiki translation development» [en línea]. *Translatewiki*. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://translatewiki.net/wiki/Translating:Statistics>>
- VARIOS AUTORES (2010b). «Mediawiki extensions» [en línea]. *Mediawiki*. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://www.mediawiki.org/wiki/Category:Extensions/es>>
- VARIOS AUTORES (2010c). *III concurso universitario de software libre* [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://www.concursosoftwarelibre.org/0809/premios-iii-concurso-universitario-software-libre>>
- VARIOS AUTORES (2011). *Public Policy Initiative. Wikimedia Outreach Project*. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2011].  
<[http://outreach.wikimedia.org/w/index.php?title=Public\\_Policy\\_Initiative&oldid=14089](http://outreach.wikimedia.org/w/index.php?title=Public_Policy_Initiative&oldid=14089)>
- WANG, Qiyun (2009). «Design and evaluation of a collaborative learning environment». *Journal of Computers & Education*. Vol. 53, n.º 4, págs. 1138-1146.
- WHEELER, Steven; YEOMANS, Peter; WHEELER, Dawn (2008). «The good, the bad and the wiki: Evaluating student-generated content for collaborative learning». *British Journal of Educational Technology*. Vol. 39, n.º 6, págs. 987-995.
- WIKIMEDIA FOUNDATION (2010). «MediaWiki» [en línea]. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2010].  
<<http://www.mediawiki.org>>

### Sobre los autores

*Manuel Palomo Duarte*

[manuel.palomo@uca.es](mailto:manuel.palomo@uca.es)

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz

Manuel Palomo Duarte es ingeniero en Informática por la Universidad de Sevilla. Actualmente trabaja como profesor del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Cádiz. Su docencia se centra en asignaturas relacionadas con los sistemas operativos y el diseño de videojuegos. Miembro de varios proyectos de innovación educativa, destaca su interés por el uso de tecnologías colaborativas y videojuegos con fines educativos, especialmente en Ingeniería Informática. Ostenta el cargo de director de la Oficina de Software Libre y Conocimiento Abierto de dicha Universidad. Entre sus objetivos destacan el estudio y el fomento de la implantación de soluciones libres en la universidad y en la sociedad en general. Es miembro del grupo de investigación «Mejora del proceso software y métodos formales», donde ha realizado su tesis doctoral sobre prueba de composiciones de servicios web con WS-BPEL usando invariantes.

<http://neptuno.uca.es/~mpalomo>

*Inmaculada Medina Bulo*

[inmaculada.medina@uca.es](mailto:inmaculada.medina@uca.es)

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz

Inmaculada Medina Bulo es doctora en Informática por la Universidad de Sevilla. Actualmente trabaja como profesora del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Cádiz. Su docencia se centra en asignaturas relacionadas con programación y análisis y diseño de algoritmos. Es miembro de varios proyectos de innovación educativa, destaca su interés por el uso de tecnologías colaborativas con fines educativos, especialmente en Ingeniería Informática. Ostenta el cargo de coordinadora del grado en Ingeniería Informática de dicha Universidad. Entre sus objetivos destacan el estudio y el fomento de la implantación de soluciones libres en la universidad y en la sociedad en general. Es miembro del grupo de investigación UCASE de Ingeniería del Software. Sus principales líneas de investigación son la verificación y validación de software, las metodologías dirigidas por modelos y las arquitecturas orientadas a servicios. Ha dirigido y está dirigiendo tesis doctorales sobre prueba de composiciones de servicios web con WS-BPEL usando prueba de mutaciones y generación dinámica de invariantes.

<http://neptuno.uca.es/~imedina>

*Emilio José Rodríguez Posada*

[emiliojose.rodriguez@uca.es](mailto:emiliojose.rodriguez@uca.es)

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz

Emilio José Rodríguez Posada es ingeniero técnico en Informática de Sistemas por la Universidad de Cádiz donde actualmente cursa Ingeniería Informática y es alumno colaborador. Ha sido becario de la Oficina de Software Libre y ha colaborado en la organización de diversas jornadas de software libre en la misma universidad. Su actividad se centra en la cultura libre, participando como editor en diversos proyectos wiki como Wikipedia, y desarrollando herramientas destinadas a ellos, como el robot antivandalismo llamado AVBOT, que ganó el III Concurso Universitario de Software Libre en la categoría de «Mejor proyecto de comunidad». En estos momentos está colaborando como desarrollador de StatMediaWiki, una herramienta de análisis estadístico de wikis.

<http://osl.uca.es>

*Francisco Palomo Lozano*

[francisco.palomo@uca.es](mailto:francisco.palomo@uca.es)

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Cádiz

Francisco Palomo Lozano es licenciado en Informática por la Universidad de Sevilla y profesor de Ingeniería Informática en el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Cádiz. Su docencia gira en torno a asignaturas relacionadas con la ingeniería de algoritmos y la automatización del razonamiento lógico. Ha participado en diversos proyectos de innovación educativa, en los que destaca su interés por la mejora de las técnicas de aprendizaje en Ingeniería Informática. Entre sus intereses de investigación se encuentran el razonamiento automático y la verificación de software.

<http://neptuno.uca.es/~palomo/>

Universidad de Cádiz  
Escuela Superior de Ingeniería  
C/ Chile, n.º 1.  
11002 Cádiz  
España





Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.



## MONOGRÁFICO

# Aprendizaje virtual de las matemáticas

**Ángel A. Juan**

ajuanp@uoc.edu

Profesor asociado de Simulación y Análisis de Datos en los Estudios de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

**María Antonia Huertas**

mhuertass@uoc.edu

Profesora asociada de Matemáticas y Representación del Conocimiento en los Estudios de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

**Hans Cuypers**

hansc@win.tue.nl

Profesor asociado de Matemáticas Discretas de la Universidad Técnica de Eindhoven

**Birgit Loch**

bloch@swin.edu.au

Directora del Mathematics and Statistics Help Centre, Universidad de Tecnología Swinburne de Melbourne

**Cita recomendada**

JUAN, Ángel A.; HUERTAS, María Antonia; CUYPERS, Hans; LOCH, Birgit (2012). «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [introducción a monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 86-91 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch>>

ISSN 1698-580X

Las tecnologías educativas están cambiando la forma de impartir enseñanza superior. Estas tecnologías incluyen, entre otras, los entornos de aprendizaje virtual o sistemas de gestión de aprendizaje individual y colaborativo, recursos de internet para la enseñanza y el aprendizaje, materiales académicos en formato electrónico, software específicamente orientado, *groupware* (métodos y herramientas que mejoran el trabajo en grupo) y software para redes sociales. Gracias al acceso generalizado a la tecnología y a la innovación tecnológica, no solo hemos sido testimonios de la creación y el desarrollo de universidades en línea en las últimas décadas, sino que además estamos asistiendo a una gran transformación en la forma de impartir la enseñanza en las universidades presenciales más tradicionales. Esta transformación afecta a la naturaleza de los cursos y a los programas de licenciatura que ofrecen los sistemas de educación superior en todo el mundo. Estas innovaciones tecnológicas han incrementado las oportunidades de aprendizaje a distancia, ya que los estudiantes que tienen limitaciones de tiempo –por dificultades laborales o de desplazamiento– o de lugar –a causa de la situación geográfica o de una discapacidad física– ahora tienen la flexibilidad necesaria para acceder a cursos y licenciaturas a su conveniencia.

Los modelos de aprendizaje virtual se usan ya en todo el mundo. En la enseñanza de las matemáticas y la estadística, las reformas educativas se han extendido tanto en la educación en línea como en la formación presencial. Muchos profesores se han visto obligados a probar nuevas estrategias docentes como el soporte en línea, el aprendizaje multidisciplinar colaborativo y la integración del software matemático y estadístico. Los departamentos universitarios de todo el mundo han hecho uso de sus capacidades tecnológicas para diseñar nuevos planes de estudio que promuevan la comprensión conceptual y no solo los conocimientos procedimentales. Sin embargo, puesto que la implementación no es algo fácil, especialmente en el campo de las matemáticas, nos enfrentamos a numerosos retos. Algunos de estos retos se deben a las características demográficas intrínsecas de la llamada «generación de internet», mientras que otros se deben a la naturaleza consustancial de las matemáticas y la estadística. En realidad, hasta el momento las metodologías educativas más innovadoras han sido desarrolladas por individuos o pequeños equipos de profesores. Estas experiencias únicamente se han generalizado en contadas ocasiones fuera de la institución y casi nunca se han mantenido en el tiempo. Así, respecto a los cursos de matemáticas en línea, es necesario que los investigadores y académicos docentes investiguen y promuevan la generalización y la sostenibilidad de los planteamientos más innovadores.

En sentido amplio, el aprendizaje virtual de las matemáticas se refiere al uso de software matemático e internet para impartir y facilitar la instrucción de cursos relacionados con esta materia. Las tecnologías establecidas (por ejemplo, entornos virtuales de aprendizaje y software especializado) facilitan la emergencia de nuevas estrategias educativas basadas en el aprendizaje colaborativo asistido por ordenador. Estas estrategias basadas en web las están utilizando tanto las universidades de nueva creación como las universidades tradicionales para enseñar (ya sea mediante un modo sincrónico o asincrónico en línea), sustituir parcialmente (modelos de aprendizaje combinado o híbrido) o complementar las ofertas de cursos de matemáticas a una nueva generación de estudiantes. Hay pocas dudas de que esta nueva manera de enseñar las matemáticas será plenamente aceptada y, de hecho, su uso sigue creciendo año tras año.

Con la experiencia del aprendizaje virtual, que se ha caracterizado por un «crecimiento explosivo», existe la necesidad urgente de realizar investigaciones para documentar las mejores prácticas y aplicarlas a las particularidades del aprendizaje virtual de las matemáticas en la educación superior. Mientras que cada vez hay más publicaciones que abordan el aprendizaje virtual, el aprendizaje colaborativo asistido por ordenador o la enseñanza de las matemáticas desde un punto de vista teórico, muy pocos trabajos –si existe alguno– ponen de relieve la implementación práctica de la enseñanza virtual de las matemáticas en la educación superior. Esta edición especial intenta llenar este hueco en la bibliografía identificando y publicando las mejores prácticas internacionales en este campo, no sólo presentando modelos teóricos sino también modelos y sistemas pedagógicos aplicados. Entre otros, los objetivos de este número son: (a) describir las experiencias relativas al aprendizaje virtual asistido por ordenador en la enseñanza de las matemáticas; (b) pronosticar las tecnologías y tendencias emergentes con relación al software matemático y a su integración en los cursos y materiales en línea; (c) explorar cómo los sistemas de gestión del aprendizaje contribuyen a la enseñanza de las matemáticas en línea; y (d) presentar las últimas investigaciones en este ámbito.

Este número especial de RUSC contiene cinco artículos, seleccionados tras un proceso de revisión anónima por pares entre treinta trabajos presentados. Los artículos seleccionados se presentan brevemente a continuación:

En «El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos» de D. Tempelaar *et al.*, los autores analizan la importancia de la evaluación formativa desde el punto de vista del retorno de información que proporciona tanto a los estudiantes como a los profesores de cursos relacionados con las matemáticas, describiendo su propia experiencia al integrar este tipo de evaluación en plataformas de aprendizaje virtual.

El artículo «Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual», de G. Albano, plantea un tema emergente: cómo modelar con éxito las competencias relacionadas con las matemáticas en un entorno virtual. La autora presenta un modelo, basado en las representaciones de los conocimientos y las destrezas, que define una experiencia personalizada de aprendizaje para mejorar las competencias matemáticas de los estudiantes.

En «Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación», J. L. Ramírez *et al.* presentan una interesante experiencia de aprendizaje virtual en un curso superior de matemáticas. El diseño del curso parte de dos planteamientos teóricos: mientras que el diseño de contenidos se basa en distintos conceptos de la teoría de la actividad, la interacción entre participantes se diseña según el modelo de enseñanza acelerada en equipo de Slavin.

El artículo «Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics», de M. Meletiou-Mavrotheris y A. Serradó, analiza cómo pueden emplearse las herramientas de la información y la comunicación para mejorar la calidad y la eficacia de la formación de profesores de estadística. Los autores también exponen las lecciones que han aprendido tras la aplicación de EarlyStatistics, un curso de estadística en línea al que pueden matricularse los profesores europeos de educación primaria y primer ciclo de secundaria.

En «Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería», M. Blanco y M. Ginovart

describen su experiencia con el uso del módulo de exámenes de Moodle y analizan la utilidad de esta herramienta para la evaluación formativa de los estudiantes.

Este número contiene también una reseña de H. Cuypers sobre el libro *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, recientemente publicado por IGI Global.

Finalmente, queremos agradecer a los autores de este número su colaboración y su rápida respuesta a nuestras preguntas, lo que ha permitido finalizar la redacción del manuscrito a su debido tiempo. Deseamos expresar nuestra gratitud a la editora de RUSC, Elsa Corominas, por su ayuda y apoyo durante el proceso de edición de este monográfico.

### Editores invitados del monográfico

Ángel A. Juan

[ajuanp@uoc.edu](mailto:ajuanp@uoc.edu)

Profesor asociado de Simulación y Análisis de Datos en los Estudios de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Investigador del Internet Interdisciplinary Institute (IN<sup>3</sup>). Es doctor en Matemática Computacional Aplicada por la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) y posee un máster en Tecnologías de la información por la UOC y un máster en Matemática aplicada por la Universidad de Valencia. Hizo una estancia predoctoral en la Universidad de Harvard y una etapa posdoctoral en el Centro de Transporte y Logística del MIT. Entre sus áreas de interés se hallan la simulación-optimización, el análisis de datos educativos y el *e-learning* de las matemáticas. Ha publicado más de cien trabajos sobre estas disciplinas en revistas, libros y actas de ámbito internacional. Es miembro de la sociedad INFORMS. Su sitio web personal es <http://ajuanp.wordpress.com>.

Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación

Rambla del Poblenou, 156

08018 Barcelona

España

*María Antonia Huertas*

mhuertass@uoc.edu

Profesora asociada de Matemáticas y Representación del Conocimiento en los Estudios de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

María Antonia Huertas es doctora en Matemáticas por la Universidad de Barcelona. Tiene un posgrado en Sistemas de información y comunicación (UOC), y cursó estudios de posdoctorado en Lógica e Inteligencia Artificial en el Instituto de Lógica, Lenguajes y Computación de la Universidad de Amsterdam. Entre sus áreas de interés se cuentan la lógica, la representación del conocimiento, la enseñanza y el aprendizaje en línea y la enseñanza de las matemáticas. Ha publicado artículos y capítulos de monografías sobre estas disciplinas en revistas, libros y actas de ámbito internacional.

Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación

Rambla del Poblenou, 156

08018 Barcelona

España

*Hans Cuypers*

hansc@win.tue.nl

Profesor asociado de Matemáticas Discretas de la Universidad Técnica de Eindhoven

Hans Cuypers estudió matemáticas en la Universidad Radboud de Nijmegen y en la Universidad de Utrecht, en la cual obtuvo un doctorado. En el año académico 1989-1990 fue profesor visitante en la Universidad del Estado de Michigan. Al año siguiente impartió docencia en la Universidad de Kiel (Alemania). Desde septiembre de 1991, Cuypers es profesor titular en la Universidad Técnica de Eindhoven, en la que actualmente dirige el grupo de Álgebra y Geometría Discretas. Sus principales intereses matemáticos son el álgebra y la geometría discretas, en especial la geometría (finita), así como la teoría de grupos, la teoría de gráficos, la teoría de diseños, la combinatoria algebraica, el álgebra abstracta y aplicada, y el álgebra computacional. Sus intereses más recientes son las matemáticas interactivas y el *e-learning*. Más en concreto, un programa informático aplicado a las matemáticas interactivas, el MathDox, se ha diseñado bajo su dirección. Cuypers ha publicado más de setenta trabajos y tres libros sobre las investigaciones que lleva a cabo. Su sitio web personal es <http://www.win.tue.nl/~hansc/>.

Technische Universiteit Eindhoven

Den Dolech 2

5612 AZ Eindhoven

Países Bajos

*Birgit Loch*

[bloch@swin.edu.au](mailto:bloch@swin.edu.au)

Director del Mathematics and Statistics Help Centre, Universidad de Tecnología Swinburne de Melbourne

Es catedrática de Educación Matemática. Posee un doctorado de Matemática Computacional (Universidad de Queensland) y un máster de Matemática e informática (Universidad de Duisburg-Essen). En la actualidad, sus intereses se centran en el aprendizaje en línea y en el uso efectivo de tecnologías para la enseñanza de las matemáticas, por ejemplo, tecnología de tableta, aprendizaje móvil y aplicaciones web 2.0, lo que incluye tecnologías para la enseñanza en clase, docencia en línea y prestación de estructuras de apoyo para estudiantes con una débil formación previa en matemáticas. También investiga el uso de tecnologías educativas por parte de profesores de distintas disciplinas. Su página web es <http://stan.cc.swin.edu.au/~lochb>.

Mathematics

Faculty of Engineering & Industrial Sciences

Swinburne University of Technology

PO Box 218

Hawthorn, Victoria, 3122

Australia



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

**Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»****ARTÍCULO**

# El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos

**Dirk T. Tempelaar**

D.Tempelaar@MaastrichtUniversity.nl

Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad de Maastricht

**Boudewijn Kuperus**

B.Kuperus@MaastrichtUniversity.nl

Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad de Maastricht

**Hans Cuypers**

hansc@win.tue.nl

Universidad de Tecnología de Eindhoven

**Henk van der Kooij**

h.vanderkooij@uu.nl

Instituto Freudenthal, Universidad de Utrecht

**Evert van de Vrie**

Evert.vandeVrie@ou.nl

Universidad Abierta de los Países Bajos

**André Heck**

A.J.P.Heck@uva.nl

Universidad de Ámsterdam

Fecha de presentación: julio de 2011  
Fecha de aceptación: noviembre de 2011  
Fecha de publicación: enero de 2012



### Cita recomendada

TEMPELAAR, Dirk T.; KUPERUS, Boudewijn; CUYPERS, Hans; Van der KOOIJ, Henk; Van de VRIE, Evert; HECK, André (2012). «El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 92-114 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-tempelaar-kuperus-cuypers-kooij-vrie-heck/v9n1-tempelaar-kuperus-cuypers-kooij-vrie-heck>>  
ISSN 1698-580X

### Resumen

La repetida evaluación diagnóstica y formativa es uno de los elementos clave del aprendizaje centrado en el alumno, ya que ofrece a los estudiantes un flujo continuo de información sobre su nivel de conocimientos en distintas materias y permite optimizar la posterior elección de actividades de aprendizaje. Cuando se integra en un sistema de aprendizaje virtual, la evaluación formativa puede convertir esta información en instantánea, lo que constituye un aspecto crucial para el retorno de información en un aprendizaje centrado en el alumno. Este estudio empírico sobre el papel de la evaluación formativa en el aprendizaje virtual de matemáticas se centra en la ventaja de integrar estas evaluaciones en un sistema nacional o estatal de exámenes. Estos exámenes proporcionan a los estudiantes una información crucial para su aprendizaje personal; suministran a los profesores los datos necesarios para llevar a cabo la planificación docente; y ofrecen a los encargados de elaborar los planes de estudio la información necesaria sobre las fortalezas y las debilidades de los estudiantes de cada programa y la necesidad de solucionar cualquier deficiencia. En último lugar, ofrecen información sobre la calidad de la enseñanza a escala nacional o estatal y son un medio para controlar su desarrollo a través del tiempo. Daremos ejemplos de todas estas ventajas según los datos del proyecto nacional ONBETWIST, que forma parte del programa de aprendizaje virtual holandés «Los exámenes y el aprendizaje basado en exámenes».

### Palabras clave

evaluación intermedia, cursos puente, matemáticas, educación internacional heterogénea, reforma de los programas de matemáticas

### *The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics: A Case Study in the Netherlands*

#### *Abstract*

*Repeated formative, diagnostic assessment lies at the heart of student-centred learning, providing students with a continuous stream of information on the mastery of different topics and making suggestions to optimize the choice of subsequent learning activities. When integrated into a system of e-learning, formative assessment can make that steering information instantaneous, which is a crucial aspect for feedback in student-centred learning. This empirical study of the role of formative assessment in mathematics e-learning focuses on the important merit of integrating these assessments into a system of state or national testing. Such tests provide individual students with crucial feedback for their personal learning, teachers with information for instructional planning, and curriculum designers with information on the strengths and weaknesses in the mastery states of students in the program and the need to accommodate any shortcomings. Lastly, they provide information on the quality of education at state or national level*

and a means to monitor its development over time. We shall provide examples of these merits based on data from the national project ONBETWIST, part of the Dutch e-learning program Testing and Test-Driven Learning.

### **Keywords**

*interim assessment, bridging education, mathematics, heterogeneous international education, mathematics program reforms*

## Introducción

Según un reciente metaanálisis global de estudios empíricos sobre educación (Hattie, 2008), el retorno de información es uno de los mecanismos pedagógicos más efectivos. El retorno puede tener fuentes muy distintas y en un entorno de aprendizaje centrado en el alumno, la destreza o falta de destreza de los estudiantes para realizar una tarea específica es una parte importante de este retorno de información. La evaluación formativa es un medio para evaluar de forma repetida el nivel de un estudiante con el objetivo de establecer la siguiente etapa de aprendizaje, y su importancia está ampliamente documentada tanto en el aprendizaje tradicional (Donovan *et al.*, 2005; Pellegrino *et al.*, 2001) como en el aprendizaje virtual (Juan *et al.*, 2011). Recientemente, ha habido cierto interés en combinar sistemáticamente la evaluación formativa con el uso de exámenes a escala nacional o estatal. En Estados Unidos, se denomina «evaluación intermedia» (Beatty, 2010). Según el National Research Council de Estados Unidos, las evaluaciones intermedias «valoran los conocimientos del alumno respecto a los mismos objetivos curriculares que se valoran en las evaluaciones anuales a gran escala, pero se realizan con mayor frecuencia y están diseñadas para que los profesores puedan recabar un mayor número de datos sobre el rendimiento de los alumnos para la planificación docente. A menudo, las evaluaciones intermedias están explícitamente diseñadas con el mismo formato que los exámenes estatales y no solo pueden utilizarse para orientar la docencia, sino también para predecir los resultados del estudiante en los exámenes estatales, proporcionar datos sobre un programa o un sistema determinado, u ofrecer información diagnóstica sobre un alumno en particular. Sin embargo, los investigadores subrayan la distinción entre evaluaciones intermedias y evaluaciones formativas porque, en general, estas últimas suelen integrarse en actividades docentes e incluso pueden no ser reconocidas como evaluaciones por los alumnos...» (Beatty, 2010, pág. 6).

Los procesos de evaluación continua son por lo menos tan esenciales en los cursos de matemáticas como en otras disciplinas (Donovan *et al.*, 2005; Taylor, 2008; Trenholm *et al.*, 2011). Aparte de los exámenes que evalúan el progreso y de los que evalúan el rendimiento, ambos reconocidos como importantes herramientas de evaluación, en la enseñanza de matemáticas, los exámenes formativos funcionan como evaluaciones de «transición» o de «asignación», especialmente en el primer año de educación universitaria (Taylor, 2008). En su estudio comparativo sobre distintas experiencias a largo plazo de enseñanza de matemáticas en línea, Trenholm *et al.* (2011) presentan cuatro casos prácticos, que indican, todos ellos, que la evaluación continua es uno de los factores de éxito. Sin embargo, si-

que habiendo pocos estudios empíricos sobre los efectos de la evaluación formativa en la enseñanza de matemáticas (Wang *et al.*, 2006).

En los Países Bajos, SURF, una organización holandesa que trabaja en colaboración con instituciones de educación superior e institutos de investigación para lograr innovaciones en materia de TIC, puso en marcha el programa nacional «Los exámenes y el aprendizaje basado en exámenes» para estimular el diseño y el uso de evaluaciones intermedias, entre otras cosas. Parte de este programa es el proyecto ONBETWIST (<http://www.onbetwist.org/>), centrado en el aprendizaje de matemáticas, tanto en la etapa de transición de la escuela secundaria a la universidad como en el primer año de universidad, mediante herramientas virtuales y con el apoyo de evaluaciones intermedias. El proyecto ONBETWIST se basa en programas anteriores, como NKBW (<http://www.nkbw.nl/>) y TELMME ([www.telmme.tue.nl](http://www.telmme.tue.nl)), ambos gestionados por SURF, y S.T.E.P. ([www.transitionalstep.eu/](http://www.transitionalstep.eu/)) y MathBridge (<http://www.math-bridge.org/>) de la Unión Europea. Todos ellos se centran principalmente en el diseño y el uso de herramientas virtuales de matemáticas para facilitar la transición de la escuela secundaria a la universidad, por ejemplo para estudiantes internacionales que se han educado en sistemas cuyas premisas difieren notablemente de las del plan de estudios de la universidad. En resumen, el principal objetivo de estas iniciativas es ofrecer cursos puente cuando los conocimientos previos de los estudiantes son demasiado heterogéneos para iniciar inmediatamente una enseñanza universitaria ordinaria. Pueden encontrarse reseñas de algunas de estas iniciativas en Brants *et al.* (2009), Rienties *et al.* (2011) y Tempelaar *et al.* (2008). En nuestro trabajo complementario, Tempelaar *et al.* (2011), documentamos los resultados de un curso puente en el contexto del proyecto NKBW para una universidad holandesa. Esta universidad es un exponente característico de la internacionalización europea de la educación superior, ya que los estudiantes de otros países representan más del 70% del total. Aunque la mayoría no proceden de países situados a una gran distancia, la educación secundaria que han recibido es muy heterogénea. Los sistemas de enseñanza secundaria, incluso en países vecinos como los Países Bajos, Alemania y Bélgica, son muy distintos entre sí y generan una gran diversidad en los conocimientos y las aptitudes matemáticas de los estudiantes potenciales. A causa de esta heterogeneidad, que ofrece la posibilidad de demostrar las ventajas de la evaluación intermedia, es necesario tender puentes entre la escuela secundaria y la educación universitaria. Mientras que nuestro artículo complementario se centra en las clases de refresco, concretamente en el diseño de un curso de verano voluntario de matemáticas, este artículo investiga el uso de exámenes formativos digitales con objetivos diagnósticos en la misma población de estudiantes internacionales. El contexto empírico de este estudio se refiere al uso de exámenes de acceso elaborados en el marco de los proyectos NKBW y ONBETWIST (la versión completa de los exámenes puede encontrarse en la base de datos de preguntas abiertas ONBETWIST, disponible en <http://moodle.onbetwist.org/>), en los que los sujetos del estudio empírico fueron seleccionados en una universidad que se caracteriza por un alumnado con fuerte orientación internacional y clases numerosas.

El objetivo de este trabajo es sumarse al escaso número de estudios empíricos existentes sobre los efectos de la evaluación formativa en la enseñanza de matemáticas, centrándose en su papel en el primer año de educación universitaria, donde la evaluación, aparte de su función para determinar el progreso y el rendimiento, desempeña un importante papel adicional de transición o asignación.

## El curso de verano de matemáticas (Universidad de Maastricht)

Dado que el curso puente suele llevarse a cabo antes de la evaluación intermedia, es necesario realizar una breve introducción para comprender su impacto en el resultado de los exámenes. El curso voluntario de matemáticas se estructura alrededor de una guía adaptada de autoaprendizaje basada en tests: el módulo universitario de álgebra ALEKS (Assessment and LEarning in Knowledge Spaces). Esta tecnología utiliza una infraestructura informática basada en servidor y constituye un recurso útil para complementar el aprendizaje individualizado a distancia. El sistema ALEKS (véase también Doignon *et al.*, 1999; Falmange *et al.*, 2004; Tempelaar *et al.*, 2006) combina exámenes de diagnóstico con una guía práctica de autoaprendizaje virtual en varias materias propias de la enseñanza superior. Además, ofrece un módulo de instrucción a los profesores para que puedan supervisar el progreso del alumno tanto en la modalidad de evaluación como en la de aprendizaje.

La modalidad de evaluación de ALEKS se inicia con un test inicial para determinar los conocimientos del estudiante. Tras esta evaluación, ALEKS proporciona un informe gráfico en el que se indica su nivel en todas las áreas curriculares. El informe también hace recomendaciones sobre las áreas o conceptos que exigen estudio adicional; clicando en cualquiera de estos conceptos o unidades, se accede de forma inmediata al módulo de aprendizaje. Véase la figura 1 para una muestra de este informe.

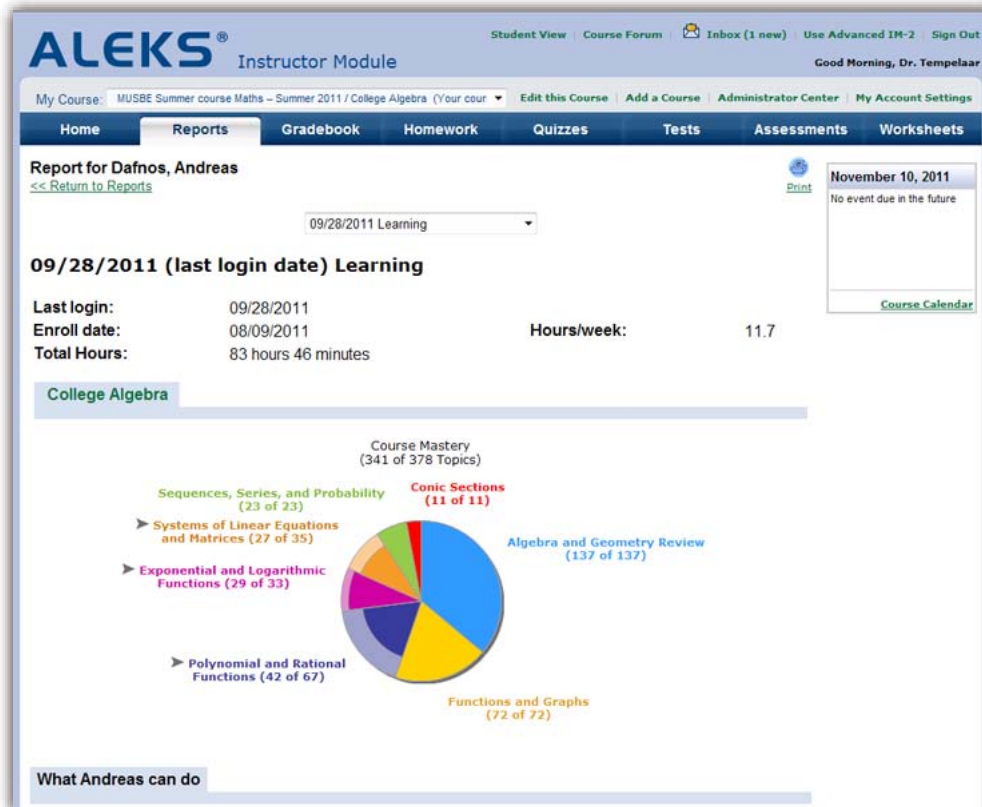


Figura 1. Muestra parcial de un informe de aprendizaje de ALEKS

Entre las características de este módulo de evaluación destacan las siguientes: todos los problemas requieren que el estudiante produzca una información auténticamente matemática, todos los ejercicios son generados algorítmicamente y todas las preguntas se originan a partir de un repertorio cuidadosamente diseñado de ítems, lo que garantiza una cobertura exhaustiva de la materia. La evaluación es adaptativa: la elección de una nueva pregunta se basa en el agregado de respuestas a todas las preguntas previas. Como resultado, el nivel de un estudiante puede evaluarse a partir de un pequeño subconjunto de todas las preguntas posibles (en general de 15 a 25). Tanto los principios del curso de verano como el uso de la guía interactiva de autoaprendizaje ALEKS se describen con mayor detalle en Tempelaar *et al.* (2011). Un aspecto relevante para este estudio es que el curso de verano no forma parte del plan de estudios; al ofrecerse antes de iniciar el programa, la participación sólo puede ser voluntaria. En consecuencia, pueden distinguirse tres grupos de estudiantes: los que no participaron en el curso de verano (*NoSC*), los que aprobaron el curso de verano (*SCPass*) y los que se matricularon en el curso de verano pero no alcanzaron el nivel requerido (*SCFail*). Para diferenciar entre los participantes que aprobaron el curso de verano y los que lo suspendieron, se utilizó un nivel de dominio del 55% de las lecciones contenidas en el módulo ALEKS.

## Participantes

Este estudio se basa en la investigación de cinco cohortes, aproximadamente del mismo tamaño, compuestas por estudiantes de primer curso de una Facultad de Económicas y Empresariales del sur de los Países Bajos (años académicos 2007-2008, 2008-2009, 2009-2010, 2010-2011 y 2011-2012). Los programas que ofrece esta facultad difieren de la educación universitaria europea en dos aspectos importantes: una enseñanza centrada en el alumno y basada en la resolución de problemas y una fuerte orientación internacional (los programas se ofrecen en inglés y atraen a una gran cantidad de estudiantes de otros países). De los 3.900 estudiantes de estas cinco cohortes, el 71% eran originarios de otros países (mayoritariamente europeos, y sólo algo más del 50% de países de habla alemana) y el 29% eran holandeses. De estos, el 36,7% eran mujeres y el 63,3%, hombres. La edad media de los estudiantes era de 20,12 años, con un rango de 17-31 años, aunque la mayoría no tenían más de 20: la edad media era de 19,82 años. Todos estaban matriculados en un programa de económicas y empresariales.

Una gran mayoría de estos estudiantes (3.014) realizaron por lo menos un examen diagnóstico de acceso. Una pequeña minoría participó en el curso de verano voluntario: un total de 622 estudiantes, 267 de los cuales aprobaron y 335 suspendieron (no superaron el nivel de dominio del 55% de ALEKS).

El curso de verano acabó a finales de agosto y los estudios internacionales de Empresariales y Económicas dieron comienzo a principios de setiembre. Ambos programas se iniciaron con dos cursos integrados de ocho semanas (medio semestre) basados en la resolución de problemas, cada uno con una carga de estudio del 50%. El primer curso es una introducción a la teoría organizativa y el marketing. El segundo curso, llamado Métodos Cuantitativos I o QM1, es una introducción a las

matemáticas y la estadística. La primera actividad del curso QM1 es realizar un test inicial de matemáticas. El contenido del curso QM1 tiene en cuenta que la gran heterogeneidad en el dominio de las matemáticas, debida a que los alumnos han sido educados en distintos sistemas nacionales y con distintos niveles de conocimientos, exige un alto grado de repetición. La mayoría de los temas que se tratan son una repetición de los contenidos propios de los dos últimos cursos de la escuela secundaria holandesa (cursos 11-12), es decir, un nivel básico de matemáticas, con alguna sesión dedicada a nuevas materias. No existe solapamiento entre QM1 y el curso de verano, ya que el contenido de este abarca los temas que se enseñan en los niveles de 7 a 10 de la enseñanza secundaria.

La principal causa de la heterogeneidad en el dominio de las matemáticas es el nivel alcanzado en la escuela secundaria. En general, los países europeos distinguen dos niveles: el básico y el avanzado. El 28,1% de los participantes en este estudio habían estudiado secundaria en el sistema nacional holandés, llamado VWO (educación preuniversitaria), y habían cursado matemáticas en uno de los niveles básicos (A1 o A1,2) o en uno de los niveles avanzados (B1 o B1,2). El nivel más bajo, A1, prepara a los estudiantes para acceder a licenciaturas de Arte y Humanidades, pero no les capacita para realizar estudios de Ciencias Sociales, como Empresariales o Económicas, por lo que, en este caso, sólo existía la posibilidad de haber cursado el nivel básico superior: DutchA12 (18,6%). Los dos niveles restantes son avanzados: DutchB1 (4,5%, preparación para realizar estudios de Biología) y DutchB12 (2,3%, preparación para realizar estudios técnicos). Debido a la reforma de la enseñanza de matemáticas en los Países Bajos, los estudiantes de nivel avanzado de las dos últimas cohortes (2010-2011 y 2011-2012) cursaron un nivel avanzado indiferenciado: DutchB (5,4%). Una mayoría de estudiantes (53,1%) se había formado en un país de habla alemana. Este sistema educativo también posee dos niveles de enseñanza de matemáticas, el nivel avanzado o *Leistungskurs*, y el nivel básico o *Grundkurs*. Los alumnos que cursan el nivel básico tienen la posibilidad de escoger matemáticas como una de las cuatro materias del examen final o *Abitur* (los alumnos de nivel avanzado están obligados a ello). Como consecuencia, hay un nivel avanzado: GermanLK (13,9%) y dos niveles básicos: GermanGKA (25,0%) y GermanGKnA (13,8%) (los alumnos de esta última categoría son los que optan por no examinarse de matemáticas en el examen final). También en este caso, en las dos últimas cohortes, aparece una categoría nueva aunque muy reducida de estudiantes a causa de la reforma de la enseñanza de matemáticas en algunos estados alemanes: la fusión del nivel básico y del nivel avanzado en un único nivel indiferenciado: GermanUndif (0,8%). En comparación con otras universidades europeas, existe una proporción relativamente alta de estudiantes que han hecho el bachillerato internacional (IB) (6,9%). En el bachillerato internacional puede cursarse un nivel avanzado (HL) y dos niveles básicos (SL y StudiesSL), lo que genera las categorías IBMathHL (1,5%), IBMathSL (5,1%) e IBMathSSL (0,3%, excluido de este estudio por su reducido tamaño). El resto de los estudiantes (11,9%) han sido educados en un sistema que no pertenece ni a los Países Bajos ni a los países de habla alemana. Para esta última categoría, se pidió a los participantes que clasificaran su nivel de matemáticas de acuerdo con dos categorías: nivel avanzado (*major*) o nivel básico (*minor*). Los resultados en esta categoría son OthMathMajor (6,2%) y OthMathMinor (5,7%).

## Evaluaciones intermedias

En este estudio investigamos el papel de dos evaluaciones intermedias. Ambas están diseñadas para utilizarse en la transición de la escuela secundaria a la universidad y, por esta razón, se denominan evaluaciones de acceso en los dos proyectos para los que fueron diseñadas. Mantendremos, pues, esta convención.

El primer examen de acceso, llamado NKBW, se concibió en el marco del proyecto SURF NKBW. Estos exámenes, diseñados conjuntamente por representantes de la enseñanza secundaria y terciaria, se basan en una opinión compartida sobre los conocimientos que deben tener los futuros estudiantes al finalizar la escuela secundaria y acceder a la universidad. Es decir, son a la vez exámenes de entrada y de salida. Han sido diseñados para evaluar los distintos niveles de matemáticas que se alcanzan en la educación secundaria; en este caso, el examen corresponde al nivel básico superior. El examen contiene 16 preguntas y abarca cuatro grandes temas: conocimientos de álgebra (*AlgebraicSkills*), logaritmos y exponenciales (*Log&power*), ecuaciones (*Equations*) y diferenciación (*Differentiation*). En este estudio, nos centramos principalmente en los conocimientos algebraicos, puesto que, al parecer, las deficiencias en este ámbito son determinantes en los resultados académicos del primer año de universidad, y es una materia que no suele incluirse en la mayoría de cursos de refresco que se imparten al inicio de los estudios universitarios. Los cursos de refresco, en general, incluyen contenidos del último ciclo de la escuela secundaria, mientras que el álgebra se enseña en el primer ciclo o incluso en la enseñanza primaria. El álgebra es una parte importante del curso de verano. Los exámenes de acceso NKBW se implantaron en el año 2009 y las cohortes de 2009-2010 y de 2010-2011 han tenido la oportunidad de realizarlos.

El otro examen de acceso, llamado 3TU, es el diseñado por los socios del proyecto TELMME: las tres universidades politécnicas holandesas. Este examen se basa en el nivel avanzado de matemáticas adquirido en la educación secundaria, por lo que las preguntas correspondientes a la diferenciación e integración fueron eliminadas del cuestionario. Las categorías restantes evalúan los conocimientos de álgebra, logaritmos y exponenciales, y ecuaciones, con un total de 14 ítems. Elaboradas para estudiantes con un nivel más alto, las preguntas poseen un nivel de dificultad ligeramente superior que los ítems del examen NKBW y están más orientadas al dominio de competencias, mientras que la comprensión conceptual es algo más prominente en el NKBW. El examen 3TU se administró a las cinco cohortes de estudiantes de primer año de la Universidad de Maastricht, lo que ofrece una base más amplia para analizar su evolución en el tiempo.

## Resultados

### Formación previa y exámenes de acceso 3TU y NKBW

La figura 2 indica la evolución de las calificaciones de álgebra (*AlgebraicSkills*) en los exámenes diagnósticos de acceso según la formación previa recibida. En este apartado nos centraremos básica-

mente en los conocimientos de álgebra, ya que son una parte esencial de este proyecto. Sin embargo, el análisis de las calificaciones totales arroja resultados similares, con patrones idénticos, aunque ligeramente inferiores.

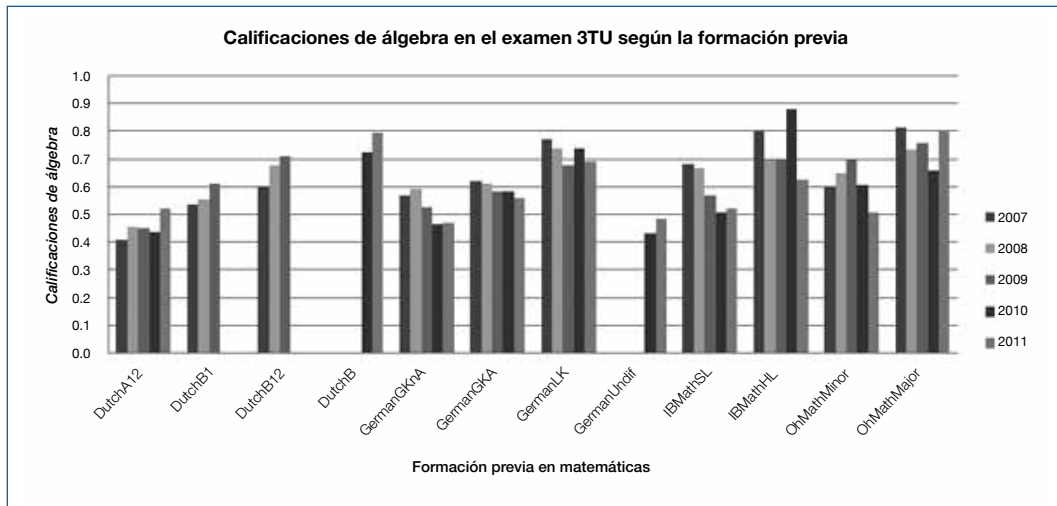


Figura 2. Calificaciones de álgebra (*AlgebraicSkills*) en el examen de acceso 3TU según la formación previa en matemáticas

Cuando se realizaron por primera vez los exámenes de acceso, en 2007, nos sorprendió detectar un rendimiento inferior a la media en los estudiantes nacionales (holandeses) en comparación con los estudiantes de otros países. Por ejemplo, los estudiantes holandeses con el nivel más alto de matemáticas, DutchB12, no llegaban a una puntuación del 60%, frente al 62% de los estudiantes alemanes con un nivel básico (GermanGKA) y al 77% de los que tenían una formación de nivel avanzado (GermanLK). Huelga decir que las puntuaciones obtenidas por los estudiantes holandeses de niveles menos avanzados eran incluso inferiores: 41% para DutchA12 y 53% para DutchB1. De hecho, se situaban en la parte más baja de todos los tipos de enseñanza previa. Sin embargo, dada la razón de ser de nuestro proyecto nacional de transición, no era un resultado tan sorprendente. De hecho, daba sentido al proyecto, ya que ilustraba las deficiencias de la escuela secundaria holandesa para preparar el acceso a la universidad, especialmente en materia de conocimientos algebraicos, no sólo en sentido absoluto, sino también en sentido relativo, cuando se comparaban los estudiantes holandeses con los estudiantes de otros países.

Desde 2007, han tenido lugar varios acontecimientos dignos de mención. La reforma educativa en el campo de las matemáticas ha mejorado el rendimiento de los estudiantes de nivel avanzado año tras año, tanto en el nivel B1 como en el nivel B12. La fusión de ambos niveles en una única vía, DutchB, ha sido otro paso adecuado para mejorar los conocimientos de álgebra: los estudiantes de esta vía unificada lograron unas puntuaciones del 72% y el 79%, muy superiores a las alcanzadas hasta entonces, y más próximas a las de los estudiantes alemanes de nivel avanzado (74%, GermanLK). Sin embargo, la puntuación de los estudiantes holandeses de nivel básico permaneció en la cota más baja.

En los tres tipos de bachillerato internacional, se observan datos radicalmente distintos. Las calificaciones de los niveles avanzados son relativamente altas y estables (se observa una mayor va-



riabilidad en IBMathHL, aunque quizá ello se deba simplemente al carácter variable de la muestra, a causa del tamaño reducido de este grupo, 15 por término medio). La categoría OthMathMayor parece mostrar una puntuación menor, pero, al ser una categoría residual, es un dato difícil de interpretar. Sin embargo, el grado de conocimientos entre los estudiantes de nivel básico indica una disminución en el tiempo tanto para los estudiantes alemanes como para los que han cursado el bachillerato internacional, con datos más marcados para los grupos GermanGKnA e IBMathSL. Como consecuencia, el nivel de conocimientos en todas las vías de enseñanza básica de las matemáticas es preocupantemente bajo –entre el 40% y el 50%– y coincide con los niveles existentes en los Países Bajos en su momento. En contraste con los resultados obtenidos gracias a la reforma educativa holandesa, la reforma que se ha llevado a cabo en Alemania (unificación de las distintas vías para diseñar un sistema indiferenciado) parece no haber sido tan eficaz: las calificaciones no son en ningún caso superiores, sino más bien inferiores, que las obtenidas por los estudiantes que siguen el nivel básico que aún está vigente en otros estados. Sin embargo, este grupo es, hasta cierto punto, demasiado reducido para confiar en sus resultados.

La valoración de la reforma educativa alemana también depende del tipo de examen de acceso que se aplique: al realizar el NKBW, más basado en la comprensión de conceptos que en la simple adquisición de conocimientos, los alumnos del sistema indiferenciado alemán obtuvieron una puntuación a medio camino entre los niveles básicos y los avanzados (60% frente a 59% y 69%). Además, la reforma educativa holandesa se valora de otro modo: el nuevo grupo DutchB obtiene una puntuación similar, o incluso ligeramente inferior, a la obtenida el año anterior por los estudiantes de nivel avanzado. Además de estar más orientado a los conceptos, el nuevo examen de acceso NKBW es mucho más fácil que el 3TU (las puntuaciones son uniformemente más elevadas) y menos discriminativo entre el nivel básico y el avanzado: véase la figura 3.

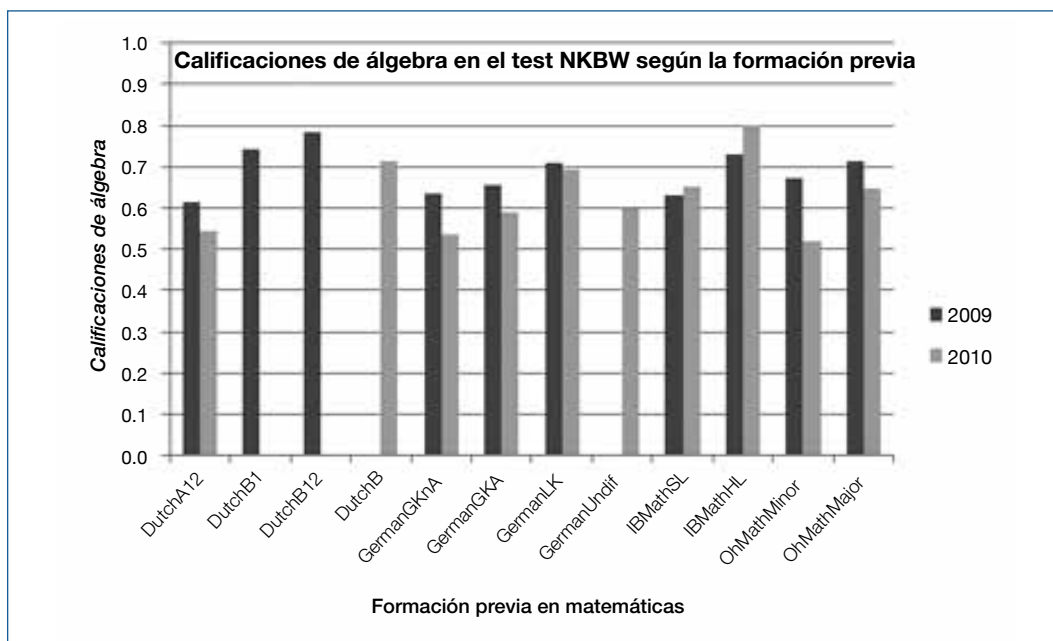


Figura 3. Calificaciones de álgebra (*AlgebraicSkills*) en el test de acceso NKBW según la formación previa en matemáticas

Las puntuaciones obtenidas en dos preguntas del examen de acceso 3TU ilustran las diferencias en la enseñanza de matemáticas de distintos países con relación al dominio de competencias algebraicas muy elementales. Véanse las figuras 4 y 5, donde también se incluyen las preguntas.

AlgebraicSkillsNo2:  $\frac{x^2 - x}{x^2 - 2x + 1}$  equivale a: a.  $\frac{x}{1-x}$  b.  $\frac{1}{2x-1}$  c.  $\frac{-x}{-2x+1}$  d.  $\frac{x}{x-1}$

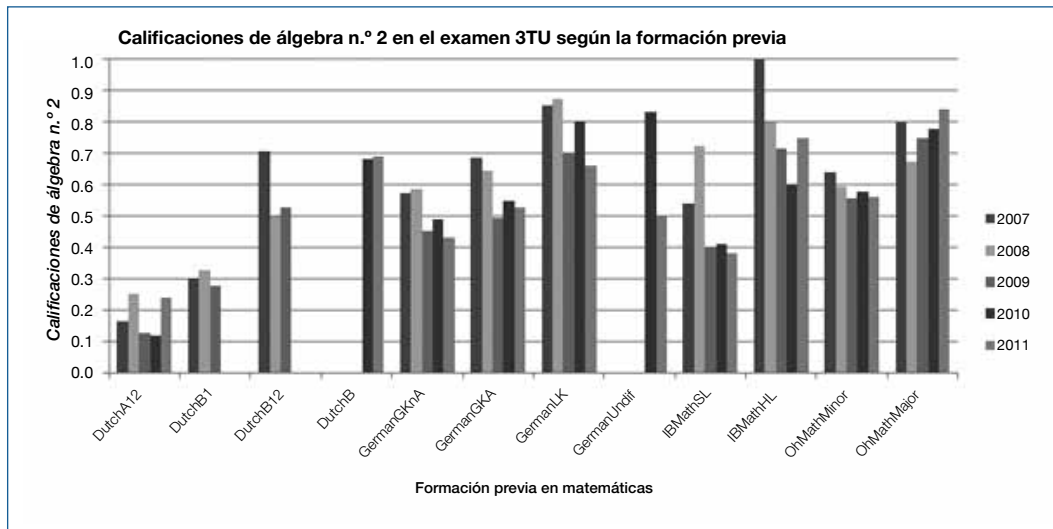


Figura 4. Calificaciones de álgebra n.º 2 (AlgebraicSkillsNo2) en el examen de acceso 3TU según la formación previa en matemáticas

AlgebraicSkillsNo3:  $\frac{x}{x+1} + \frac{x}{x-1}$  equivale a: a.  $\frac{2x}{2x-2}$  b.  $\frac{2x^2}{x^2-1}$  c.  $\frac{2x^2}{1-x^2}$  d.  $\frac{2x}{x^2-1}$

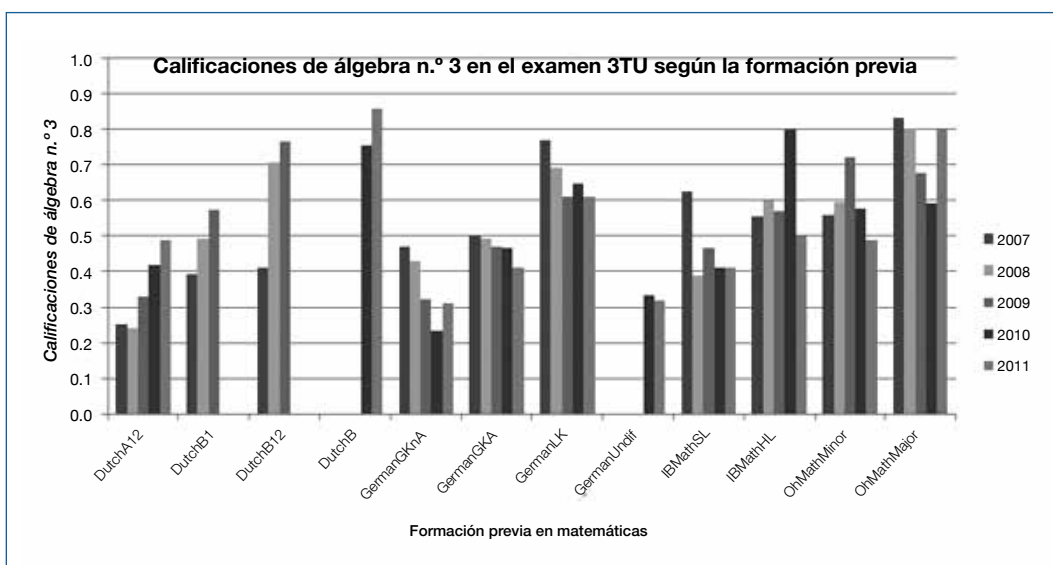


Figura 5. Calificaciones de álgebra n.º 3 (AlgebraicSkillsNo3) en el examen de acceso 3TU según la formación previa en matemáticas

Aunque, en alguna combinación de grupos y años académicos, las puntuaciones obtenidas en *AlgebraicSkillsNo3* no van más allá del mero nivel de adivinanza, por lo menos se observa una mejora en el dominio de las matemáticas a lo largo del tiempo, especialmente en los estudiantes holandeses, que en 2007 eran los peores. En contraste, las puntuaciones obtenidas en *AlgebraicSkillsNo2* en el nivel básico holandés son incluso más bajas que el ratio de adivinanza y no dan indicios de mejorar con el tiempo: los alumnos siguen estando fuertemente atraídos por la tercera opción, aparentemente siguiendo la estrategia de eliminar los términos al cuadrado que aparecen a la vez en el numerador y en el denominador. Además de ilustrar las notables diferencias entre los sistemas educativos europeos y el sistema holandés, ambas preguntas, pero especialmente la primera, también demuestran las importantes diferencias de conocimientos entre los alumnos de nivel básico y los de nivel avanzado. Es un aspecto especialmente destacable, puesto que el álgebra suele incluirse en el primer ciclo de la escuela secundaria tanto para los estudiantes de matemáticas de nivel básico como avanzado.

## Participación en el curso de verano y exámenes de acceso 3TU y NKBW

Dado que el curso puente de matemáticas que ofrece este programa se lleva a cabo durante el verano, la participación es voluntaria, lo que permite comparar los resultados obtenidos en los exámenes de acceso en tres categorías: alumnos que han aprobado el curso de verano, alumnos que han suspendido el curso de verano, y alumnos que no se han matriculado al curso de verano. Las figuras 6 y 7 presentan las calificaciones obtenidas en el apartado de álgebra en ambos exámenes y, como material de referencia, las calificaciones obtenidas en otros dos temas del examen de entrada NKBW. En la figura 6 puede verse claramente como el hecho de haber aprobado el curso de verano tiene efectos notables en el resultado. El verdadero efecto es incluso mayor de lo que indica la figura, ya que los estudiantes con una formación previa de nivel básico están sobrerrepresentados en el grupo de alumnos del curso de verano, mientras que los estudiantes con una formación de nivel avanzado están sobrerrepresentados en el grupo de no participantes (de acuerdo con el objetivo del curso de verano). Parte de esta sobrerrepresentación es visible en las puntuaciones de los participantes que no aprobaron el curso de verano: en tres de las cinco cohortes, su nivel de conocimientos es significativamente menor que el de los no participantes, lo que indica que inicialmente estos alumnos tomaron la decisión correcta al matricularse al curso puente, pero que no fueron capaces de materializar esta decisión.

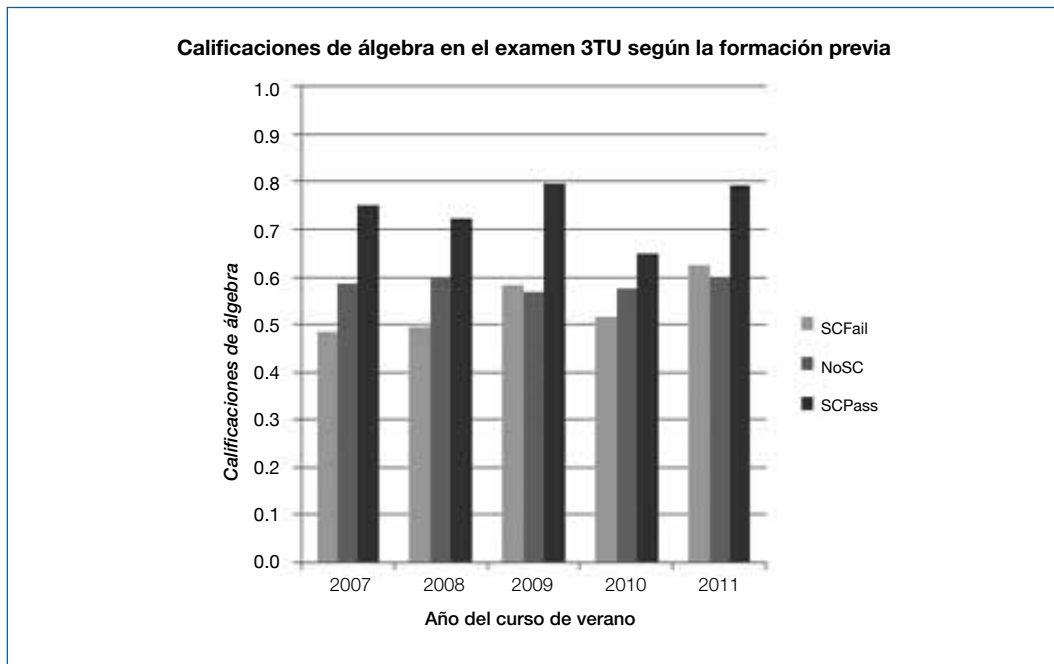


Figura 6. Nivel de álgebra (*AlgebraicSkills*) en el examen de acceso 3TU según la participación en el curso de verano

El primer panel de la figura 7 confirma la impresión de que los efectos son más débiles cuando se considera el apartado de álgebra (*AlgebraicSkills*) del examen de acceso NKBW. El segundo panel indica que las preguntas de la sección de logaritmos y exponenciales (*Logs&Powers*) están fuertemente afectadas por el curso puente. Y el tercer panel se añade para verificar la adecuación de este tipo de comparaciones. El tercer panel contiene los ítems del apartado de diferenciación (*Differentiation*), que no se incluyeron en el curso de verano. Para que las comparaciones entre los tres grupos sean válidas, no se espera ningún impacto del curso puente en este tercer panel, tal como se observa en este caso.

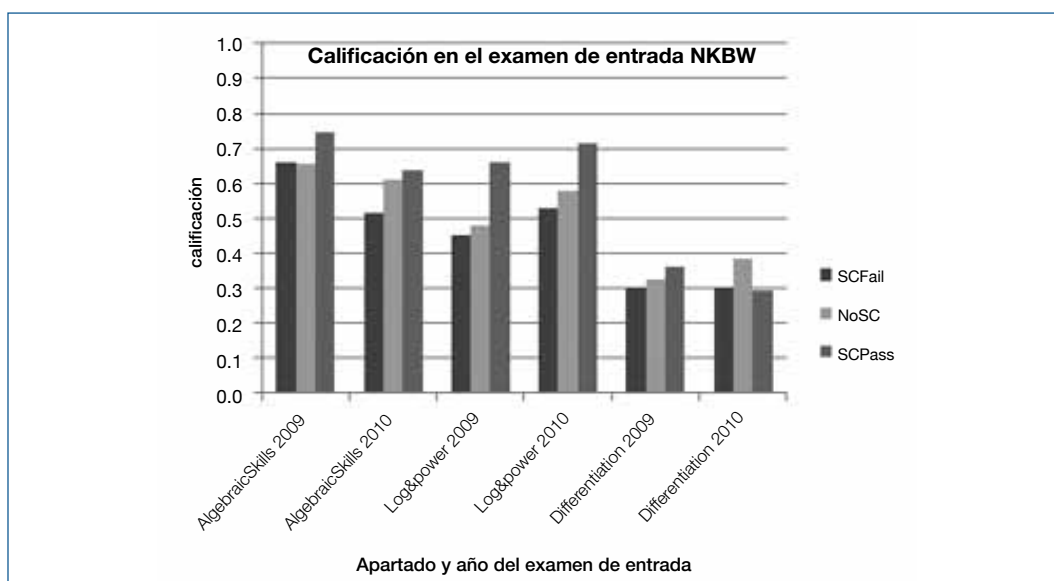


Figura 7. Nivel de álgebra (*AlgebraicSkills*), logaritmos y exponenciales (*Logs&Powers*) y diferenciación (*Differentiation*) en el examen de entrada NKBW, según la participación en el curso de verano

¿La participación en el curso de verano ayuda a los estudiantes a mejorar su rendimiento académico, además de permitirles obtener mejores puntuaciones en exámenes puramente formativos como los dos exámenes de entrada? La respuesta es claramente afirmativa, tal como demuestran las figuras 8 y 9. La figura 8 presenta las calificaciones del examen final en dos apartados: matemáticas y estadística (máxima puntuación: 20). Los efectos de haber participado y aprobado el curso de verano son sustanciales en ambas secciones, aunque también en este caso se espera que los verdaderos efectos sean mayores que los visibles, dado que los estudiantes más débiles están sobrerrepresentados en el curso de verano. Las diferencias en la calificación del examen final de matemáticas entre los alumnos que han aprobado el curso de verano y los que no han participado en el mismo son estadísticamente significativas (1%) en todos los años académicos, excepto en 2008 y 2011. Las diferencias en la calificación del examen final de estadística son estadísticamente significativas (1%) en los años académicos 2007 y 2009.

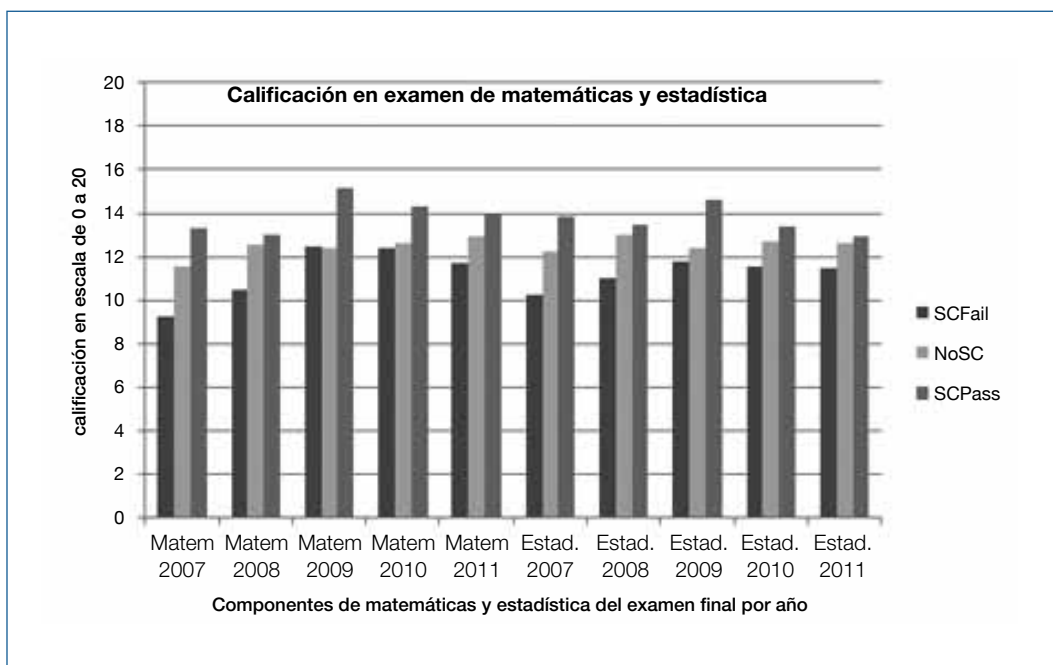


Figura 8. Calificación en el examen final de matemáticas y el examen final de estadística, según la participación en el curso de verano

Los mayores efectos son visibles en la figura 9, que presenta los índices de aprobados del curso QM. Dado que la mayoría de estudiantes de la región obtienen una puntuación del 55% (exigida para aprobar), los efectos de la participación en el curso de verano son más fuertes en los índices de aprobados que en la puntuación absoluta. Las diferencias en los índices de aprobados entre los alumnos que han aprobado el curso de verano y los que no han participado en el mismo son estadísticamente significativas (1%) en todos los años académicos, excepto en 2008, en que el nivel de significación se situó en el 10%.

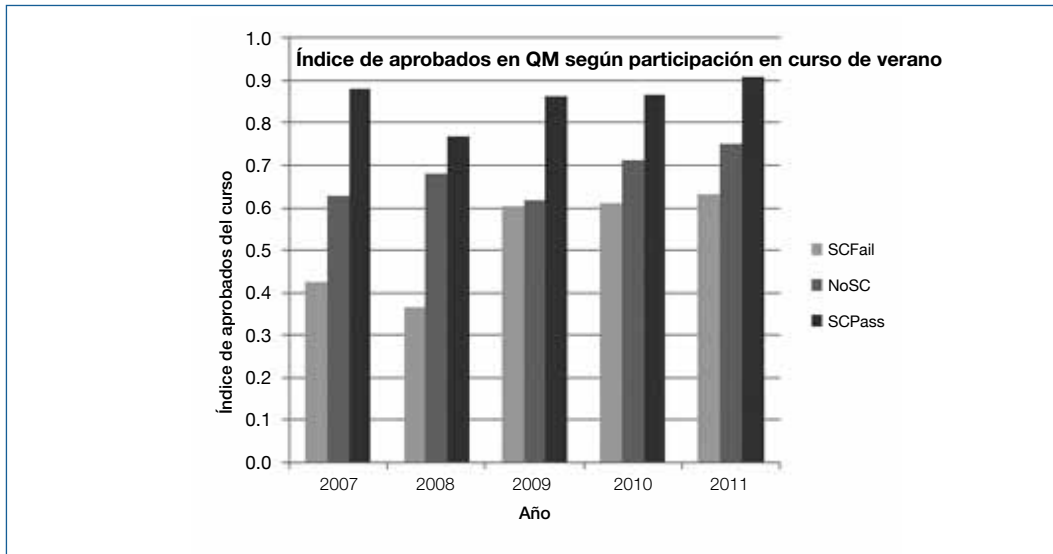


Figura 9. Índice de aprobados en QM, según la participación en el curso de verano

## Formación previa y participación en el curso de verano, y examen de acceso 3TU

Para poder desentrañar los efectos combinados de la formación previa en matemáticas y la participación en el curso de verano, es necesario analizar las repercusiones del curso puente separadamente para cada tipo de formación previa. La figura 10 presenta los resultados de una muestra de este análisis.

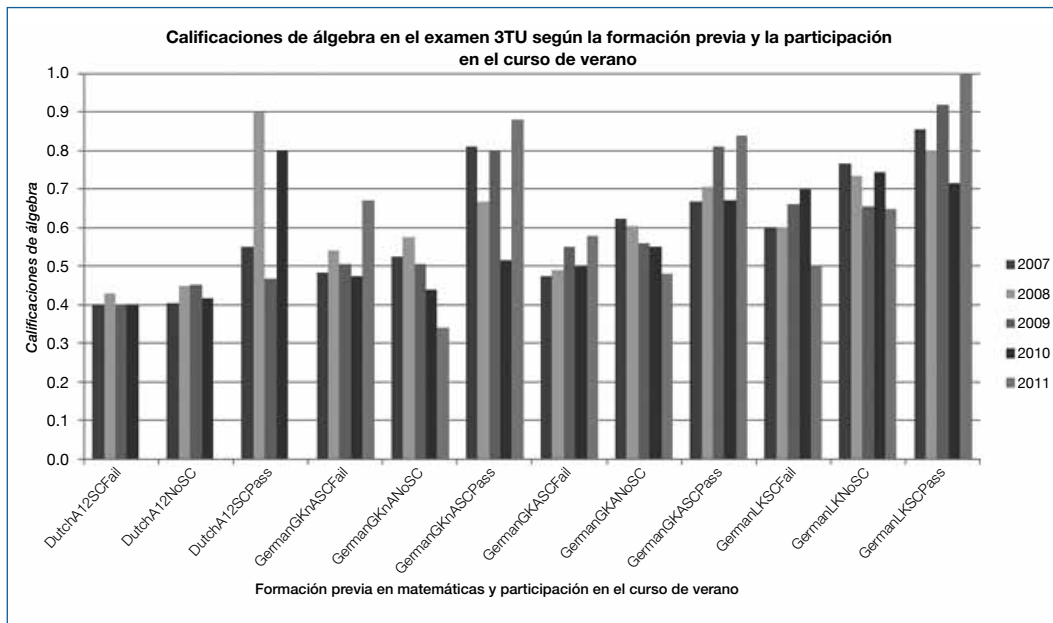


Figura 10. Calificación de álgebra (*AlgebraicSkills*) en el examen de entrada 3TU, según la formación previa y la participación en el curso de verano

Dado que sólo una minoría de estudiantes participaron en el curso puente, la comparación se limita a aquellas categorías previas que tenían un número suficiente de estudiantes (cinco) en cada uno de los grupos: no participantes en el curso de verano (*NoSC*), participantes suspendidos (*SCFail*) y participantes aprobados (*SCPass*). Las categorías de formación previa que satisfacen esta limitación son DutchA12, GermanGKnA, GermanGKA y GermanLK. Salvo este último grupo, los demás pertenecen a los niveles básicos de enseñanza de matemáticas. Los estudiantes alemanes están sobrerrepresentados, en parte porque muchos dejan sus estudios al finalizar la escuela secundaria y entran en la universidad tras una interrupción de dos o más años. Estos estudiantes, aunque tengan una formación de nivel avanzado, consideran el curso de verano como una posibilidad de refrescar conocimientos. Para las cuatro categorías de formación previa, la figura 10 presenta tres columnas correspondientes a los alumnos que suspendieron el curso de verano, a los alumnos que no participaron en el mismo y a los que lo aprobaron. Tal como era de esperar, observamos que la puntuación obtenida en el examen de entrada demuestra tanto el efecto de la formación previa como el efecto de la participación en el curso de verano. El efecto correspondiente al curso de verano parece ser más débil en los alumnos con una formación avanzada de matemáticas, lo que no resulta sorprendente: a parte de refrescar conocimientos, estos alumnos no obtienen demasiados beneficios de su participación en el curso de verano. Los efectos más significativos aparecen en los estudiantes con una formación previa de nivel básico. A parte de estas diferencias sistemáticas, existe una gran variabilidad de muestreo, a causa del reducido tamaño de la muestra, que dificulta la interpretación de datos desagregados.

## Análisis de clústeres de las puntuaciones obtenidas en el examen de acceso 3TU

Otra manera muy distinta de analizar los datos obtenidos en los exámenes de acceso es examinar grupos de estudiantes con patrones similares de puntuación en distintos ítems del test. Realizamos esta observación mediante el análisis de clústeres: la figura 11 contiene una representación gráfica de los resultados de este análisis.

El análisis se lleva a cabo conjuntamente para todas las veces que se ha realizado el examen añadiendo las cinco cohortes. En este análisis, cada estudiante es asignado a uno de los tres clústeres; los clústeres se calculan para maximizar y minimizar la variación entre sí. El análisis de clústeres puede repetirse por cada grupo de formación previa; en este caso, nos limitaremos a los resultados del análisis aplicado conjuntamente a todos los grupos. En la mayoría de estos análisis, da buenos resultados distinguir tres clústeres distintos, que casi siempre son fáciles de interpretar. Como puede verse en la figura 11, los clústeres representan a los estudiantes que han obtenido mayor puntuación, los que han obtenido menor puntuación y un grupo de estudiantes con una puntuación intermedia. Este grupo es, con diferencia, el más interesante, especialmente porque en algunos ítems estos estudiantes tienen la misma puntuación que los de nivel alto, y en otros su puntuación se acerca más a los de nivel bajo. En la figura 11, los estudiantes del clúster medio obtienen puntuaciones similares a los del clúster alto en ítems pertenecientes al apartado de álgebra (*AlgebraicSkills*), con un tercer ítem (que

se analiza posteriormente) como excepción potencial. En cambio, obtienen la misma puntuación, o incluso menor, que los estudiantes de nivel bajo en los ítems correspondientes al apartado de logaritmos y exponenciales (*Log&power*). Vuelven a obtener una puntuación más elevada en el apartado de ecuaciones (*Equations*), especialmente en el tercer ítem, que les exige encontrar los ceros para una ecuación estándar de segundo grado. Los patrones de desviación se presentan en el segundo ítem, que actúa como una pregunta trampa: se pide el número de ceros de un polinomio de tercer grado en el que coinciden dos ceros. Y la última pregunta, en la que además de resolver una ecuación, los estudiantes han de saber cómo encontrar una línea tangente. En resumen, los estudiantes del clúster medio actúan al mismo nivel que los estudiantes del clúster alto cuando las preguntas pueden resolverse mediante una aplicación directa de las estrategias de solución estándar que han aprendido en la escuela secundaria, pero retroceden al nivel del clúster bajo cuando estas se desvían del patrón habitual de los ejercicios realizados en clase.

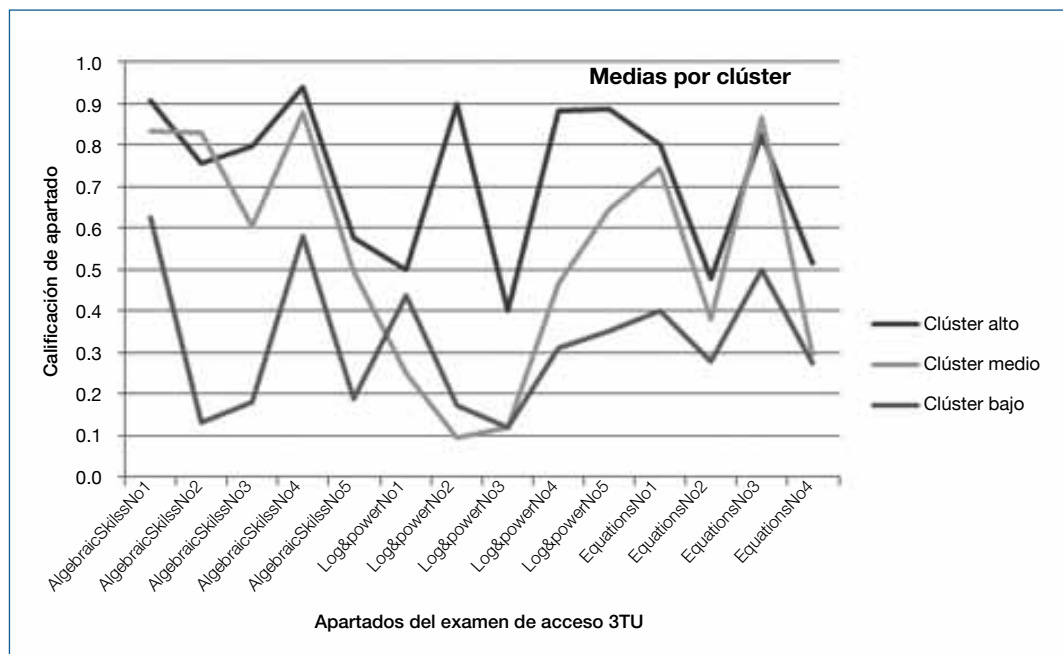


Figura 11. Agrupaciones de estudiantes en los clústeres alto, medio y bajo según los exámenes 3TU realizados a lo largo de cinco años

## Conclusiones y discusión

El uso repetido de exámenes formativos de diagnóstico es un elemento clave de cualquier programa de enseñanza virtual de matemáticas, ya que ofrece el retorno de información necesario para el óptimo seguimiento del aprendizaje individual. El uso de evaluaciones «intermedias» para este propósito ofrece otras ventajas adicionales. En primer lugar, permite identificar las fortalezas y las debilidades de las distintas formaciones previas para los programas que atraen a un gran número de estudiantes internacionales que se han educado en sistemas escolares muy distintos. En segundo lugar, cuando



la heterogeneidad del flujo de entrada se concilia implementando cursos de transición, se desactivan adecuadamente los efectos de la educación previa y de los cursos de refresco. Finalmente, permite distinguir distintos clústeres de estudiantes con varios niveles de matemáticas. Por otro lado, además de ofrecer una información importante a cada estudiante, proporciona datos de gran relevancia para la planificación didáctica, diseño de planes de estudio, implementación de cursos puente, distribución de grupos homogéneos e incluso normas de admisión. Los análisis estadísticos deductivos indican que los estudiantes de primer año que utilizan estas evaluaciones formativas y participan en el curso de verano (basado en esta estrategia de evaluación formativa) obtienen resultados sustancialmente mejores (con significación estadística) que los estudiantes que no participan en el mismo.

Tanto los alumnos como los profesores valoran muy positivamente la posibilidad de acceder a una evaluación formativa en línea. Sin embargo, resulta difícil evaluar el desarrollo del aprendizaje y la asignación a un curso independientemente de los logros obtenidos. Como en muchos otros programas, la evaluación formativa en línea se introduce paralelamente a los exámenes en línea en forma de cuestionarios de bajo perfil. La consideración positiva de la evaluación formativa no puede separarse, pues, de la apreciación de los cuestionarios de bajo perfil ni de la disponibilidad de herramientas en línea para prepararlos.

Las futuras investigaciones deberán centrarse en dos temas. En primer lugar, los exámenes formativos, especialmente los de acceso, ofrecen un retorno esencial con relación al nivel de matemáticas de alumnos con distinta formación previa. Debido a la reciente reforma educativa que se ha llevado a cabo en la escuela secundaria de Holanda, la monitorización longitudinal del nivel de matemáticas en futuros estudiantes procedentes de distintos sistemas de educación secundaria seguirá ejerciendo una importante función. En segundo lugar, las futuras investigaciones deberán centrarse en el papel que pueden desempeñar los exámenes formativos tanto para ofrecer un retorno de información continuo e instantáneo a los estudiantes, como para lograr que la educación sea un proceso más adaptativo, con el objetivo –en ambos casos– de optimizar el proceso de aprendizaje.

## Agradecimientos

Los autores quieren agradecer a Dutch SURF la financiación del proyecto ONBETWIST como parte del programa «Los exámenes y el aprendizaje basado en exámenes», que ha permitido realizar este estudio de investigación.

## Bibliografía

- BEATTY, A. (ponente) (2010). *Best Practices for State Assessment Systems Part I: Summary of a Workshop*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- BRANTS, L.; STRUYVEN, K. (2009). «Literature review on online remedial education: A European perspective». *Industry and Higher Education*. Vol. 23, nº 4, págs. 269-276.

- DOIGNON, J. P.; FALMAGNE J. C. (1999). *Knowledge spaces*. Berlín: Springer.
- DONOVAN, M. S.; BRANSFORD, J. D. (eds.) (2005). *How Students Learn: Mathematics in the Classroom*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- FALMANGE, J.; COSYN, E.; DOIGNON, J.; THIÉRY, N. (2004). *The assessment of knowledge, in theory and in practice*. [Fecha de consulta: 1 de diciembre de 2010].  
<[http://www.aleks.com/about\\_aleks/Science\\_Behind\\_ALEKS.pdf](http://www.aleks.com/about_aleks/Science_Behind_ALEKS.pdf)>
- HATTIE, J. (2008). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Londres: Routledge.
- JUAN, A. [et al.]. (2011). «Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 42, nº 2, págs. 141-153.
- PELLEGRINO, W.; CHUDOWSKY, N.; GLASER, R. (eds.) (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- RIENTIES, B. [et al.] (2011). «Describing the current transitional educational practices in Europe» [artículo presentado]. *Interactive Learning Environments*.
- TAYLOR, J. A. (2008). «Assessment in First year university: A model to manage transition». *Journal of University Teaching & Learning Practice*. Vol. 5, nº 1.
- TEMPELAAR, D. T.; RIENTIES, B. (2008). «Remediating summer classes and diagnostic entry assessment in mathematics to ease the transition from high school to university». *Proceedings of Student Mobility and ICT: Can E-LEARNING overcome barriers of Life-Long Learning*. Maastricht: FEBA ERD Press. Págs. 9-17.
- TEMPELAAR, D. T. [et al.] (2006). «An online summer course for prospective international students to remediate deficiencies in math prior knowledge: The case of ALEKS». En: M. Seppällä; O. Xambo; O. Caprotti (eds.). *Proceedings of WebALT2006*. Technical University of Eindhoven: Oy WebALT Inc. Págs. 23-36.  
<[http://webalt.math.helsinki.fi/webalt2006/content/e31/e157/e161/6\\_zDR2j2uQcB.pdf](http://webalt.math.helsinki.fi/webalt2006/content/e31/e157/e161/6_zDR2j2uQcB.pdf)>
- TEMPELAAR, D. T. [et al.] (2011). «Mathematics bridging education using an online, adaptive e-tutorial: preparing international students for higher education». En: A. A. Juan; M. A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds.). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global.
- TRENHOLM, S. [et al.] (2011). «Long-Term Experiences in Mathematics E-Learning in Europe and the USA». En: A. A. Juan; M. A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds.), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. Hershey, PA: IGI Global. Págs. 236-257.
- WANG, K. H.; WANG, T. H.; WANG, W. L.; HUANG, S. C. (2006). «Learning styles and formative assessment strategy: enhancing student achievement in Web-based learning». *Journal of Computer Assisted Learning*. Vol. 22, nº 3, págs. 207-217.

## Sobre los autores

*Dirk T. Tempelaar*

D.Tempelaar@MaastrichtUniversity.nl

Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad de Maastricht

Es catedrático del Departamento de Economía Cuantitativa de la Facultad de Economía y Empresariales de la Universidad de Maastricht (Países Bajos). Su principal actividad académica se centra en los métodos cuantitativos: cursos introductorios de matemáticas y estadística para estudiantes de Empresariales, Económicas y Humanidades. Ha diseñado cursos preparatorios de matemáticas y estadística dirigidos a futuros estudiantes y cursos de refresco en línea que se han realizado cada verano desde 2003. Ha participado activamente en varios proyectos nacionales y europeos asociados al aprendizaje en línea de matemáticas. Coordina la unidad de investigación de efectos del proyecto SURF *Onbetwist*.

Maastricht University School of Business & Economics

Tongersestraat 53 - Room A2.20

6211 LM Maastricht

Países Bajos

*Boudewijn Kuperus*

B.Kuperus@MaastrichtUniversity.nl

Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad de Maastricht

Es estudiante del máster de Econometría e investigación de operaciones en la Universidad de Maastricht y profesor auxiliar de Estadística. Tras iniciar la carrera de Economía, realizó estudios de Biomedicina y Psicología, lo que le permitió obtener varios años de experiencia y disponer de una segunda licenciatura. Recientemente ha vuelto a interesarse por las matemáticas y la economía.

Maastricht University School of Business & Economics

Tongersestraat 53 - Room A2.20

6211 LM Maastricht

Países Bajos

*Hans Cuypers*

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Universidad de Tecnología de Eindhoven

Es profesor asociado de Matemáticas de la Universidad de Tecnología de Eindhoven. Dirige el grupo de Matemática discreta. Además de sus investigaciones en la teoría de conjuntos y la geometría discreta y finita, también está interesado en las matemáticas aplicadas a la informática, especialmente en los documentos matemáticos interactivos. Bajo su dirección, se ha desarrollado el software MathDox, un sistema abierto para presentar documentos matemáticos y ejercicios interactivos. Ha participado activamente en varios proyectos nacionales y europeos dedicados al aprendizaje virtual de matemáticas, y es coordinador general del proyecto SURF *Onbetwist*.

Technische Universiteit Eindhoven

Den Dolech 2

5612 AZ Eindhoven

Países Bajos

*Henk van der Kooij*

[h.vanderkooij@uu.nl](mailto:h.vanderkooij@uu.nl)

Instituto Freudenthal, Universidad de Utrecht

Es miembro del Instituto Freudenthal para la educación de ciencias y matemáticas (Flsme) de la Universidad de Utrecht. Sus principales intereses son la enseñanza de las matemáticas en el último ciclo de la educación secundaria, la posibilidad de tender puentes entre la escuela secundaria y la educación superior, la evaluación de las competencias matemáticas y las matemáticas en el lugar de trabajo. Tras ejercer como profesor de un instituto de secundaria durante 15 años, ha pasado a encargarse del desarrollo de planes de estudio en Flsme. También ha sido director de los exámenes nacionales de ciencias naturales y matemáticas para la Junta Nacional de Exámenes de los Países Bajos. Coordina la unidad de diseño de exámenes del proyecto SURF *Onbetwist*.

Universiteit Utrecht

P.O. Box 80125

3508 TC Utrecht

Países Bajos

*Evert van de Vrie*

Evert.vandeVrie@ou.nl

Universidad Abierta de los Países Bajos

Es profesor de Matemáticas en la Universidad Abierta de los Países Bajos. Sus principales intereses son las matemáticas discretas y la criptografía, que forman parte del plan de estudios de la licenciatura de Informática. Participa en proyectos y actividades para ayudar a los estudiantes que acceden a la universidad con un conocimiento insuficiente de matemáticas. En la Universidad Abierta coordina los cursos de preparación de matemáticas. En los Países Bajos, ha participado en varios proyectos de este tipo en colaboración con otras universidades holandesas. Participa en *MathBridge*, un proyecto europeo que realiza cursos de refresco en línea de matemáticas y coordina la unidad de experimentos educativos del proyecto SURF *Onbetwist*.

Open Universiteit

P.O. Box 2960

6401 DL Heerlen

Países Bajos

*André Heck*

A.J.P.Heck@uva.nl

Universidad de Ámsterdam

Es profesor de Matemáticas de la Universidad de Ámsterdam y experto en el diseño de exámenes de matemáticas en el entorno Maple T.A. Autor del libro *Introduction to Maple*. A partir de esta experiencia, ha colaborado en varios proyectos nacionales dedicados a los exámenes en línea y al aprendizaje virtual de matemáticas, como los proyectos *WebSpijkeren* y *MathMatch*, y coordina la unidad de divulgación del proyecto SURF *Onbetwist*.

Universiteit van Amsterdam (UvA)

Spui 21

1012 WX Amsterdam

Países Bajos



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.



**Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»****ARTÍCULO**

# Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual.

**Dr Giovannina Albano**

galbano@unisa.it

Facultad de Ingeniería, Universidad de Salerno

Fecha de presentación: julio de 2011

Fecha de aceptación: noviembre de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

**Cita recomendada**

ALBANO, Giovannina (2012). «Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 115-129 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-albano/v9n1-albano>>

ISSN 1698-580X

**Resumen**

Este trabajo se centra en la competencia matemática en un entorno de aprendizaje virtual. La competencia es algo complejo, que trasciende el nivel cognitivo, e implica factores metacognitivos y no cognitivos. Exige de los estudiantes su dominio sobre conocimientos y destrezas y, por lo menos, sobre algunas capacidades medibles, a las que Niss llama «competencias específicas» [*competencies*]. El modelo que presentamos utiliza las innovadoras características tecnológicas de la plataforma IWT para definir una experiencia de aprendizaje personalizado que permite a los estudiantes aumentar su competencia en matemáticas. Se basa en la representación de conocimientos y destrezas mediante metáforas gráficas y en un marco teórico para modelar la competencia

**Palabras clave**

aprendizaje de matemáticas, conocimientos, destrezas, competencia, competencia específica, aprendizaje virtual

## *A Knowledge-Skill-Competencies e-Learning Model in Mathematics*

### **Abstract**

*This paper concerns modelling competence in mathematics in an e-learning environment. Competence is something complex, which goes beyond the cognitive level, and involves meta-cognitive and non-cognitive factors. It requires students to master knowledge and skills and at least some measurable abilities, which Niss calls 'competencies'. We present a model that exploits the innovative technological features of the IWT platform to define a personalised learning experience allowing students to increase their competence in mathematics. It is based on knowledge and skills representations by means of a graph metaphor, and on a theoretical framework for modelling competence.*

### **Keywords**

*mathematics learning, knowledge, skill, competence, competency, e-learning*

## 1. Introducción

La competencia matemática es algo complejo, difícil de definir, que exige del estudiante su dominio sobre conocimientos y destrezas, y también, por lo menos, sobre algunas capacidades medibles, a las que Niss denomina «competencias específicas» [*competencies*] (se detallan en el apartado 2). En este estudio abordamos el problema de la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas en un entorno virtual, prestando especial atención a las competencias específicas. La autora tiene una amplia experiencia en cursos de grado mixtos asistidos por la plataforma de aprendizaje virtual IWT (*Intelligent Web Teacher*). Esta plataforma permite crear y proporcionar a cada alumno unidades de aprendizaje (UL) personalizadas mediante representaciones explícitas de los conocimientos (véase la sección 3). Estas representaciones se han mejorado para distinguir claramente los conocimientos y las destrezas (Albano, 2011a). La modelación de competencias específicas requiere un enfoque diferente y más trabajo, puesto que se basa en conocimientos y destrezas cuyos niveles cognitivo y metacognitivo trasciende. En este estudio, partiendo del supuesto de que el aprendizaje de competencias específicas requiere la implicación y la participación del estudiante en actividades de aprendizaje (AA) apropiadas, proponemos un modelo que permite generar y actualizar *plantillas* adecuadas para el aprendizaje de una determinada competencia. Además, presentamos un marco de trabajo completo sobre cómo debería funcionar el modelo de conocimientos, destrezas y competencias en el contexto de la IWT. En concreto, las características de la IWT que permiten la personalización del aprendizaje se pueden utilizar para personalizar las AA, de modo que los alumnos se impliquen y participen en aquellas actividades que mejor se adaptan a su estado de conocimientos individual y a sus preferencias de aprendizaje.

El estudio se organiza de la forma siguiente: en los apartados 2 y 3 se presenta una visión general de los marcos teórico y tecnológico, respectivamente; en el apartado 4 se describe un modelo de conocimientos y destrezas para el aprendizaje de matemáticas basado en una representación



gráfica multinivel del área de conocimientos; en el apartado 5 se describe un modelo de competencias, enmarcado en la investigación sobre educación matemática de grado de Dubinsky [RUME, del inglés *Research on Undergraduate Mathematics Education*]; en la sección 6 se muestra cómo funcionan y se integran los tres modelos; en la sección 7 se presenta un análisis de ventajas e inconvenientes; en la sección 8 se sugieren futuras investigaciones; en la sección 9 se presentan algunas conclusiones.

## 2. Marco teórico

Muchos autores (Weinert, 2001; D'Amore, 2000; Godino, J.; Niss, 2003) han intentado explicar qué es la competencia matemática. Según Niss (2003), «tener competencia matemática significa tener conocimientos matemáticos, comprender, hacer y utilizar las matemáticas». Todos los autores mencionados coinciden en que no es algo que se enseñe sino un objetivo a largo plazo del proceso de enseñanza y aprendizaje. Se trata de algo complejo y dinámico, que requiere unos conocimientos declarativos-proposicionales y procedimentales del área de matemáticas, es decir, conocimientos (saber) y destrezas (saber hacer), pero que al mismo tiempo trasciende los factores cognitivos. La tabla 1 muestra una lista de algunos de los elementos básicos que distinguen los conocimientos de las destrezas.

Tabla 1. Clasificación de los principales tipos de contenidos matemáticos

<i>Tipo de contenido</i>	<i>Conocimientos</i>	<i>Destrezas</i>
Definición	Proposición	Procedimiento/cálculo
Teorema Teorema	Proposición Prueba	Procedimiento/cálculo Procedimiento/cálculo
Algoritmo Ejemplo (contraejemplo)	Descripción	Desempeño del algoritmo
Ejercicio Problemas		Habilidades de cálculo Resolución estándar de problemas

Para que la noción de competencia matemática sea más fáctica, podemos considerar una competencia matemática específica [*competency*] como un elemento constitutivo de la competencia matemática importante, claramente reconocible y distinto (Niss, 2003). Niss distingue ocho competencias matemáticas cognitivas, que han sido adoptadas en el programa PISA 2009 (OCDE, 2009). Corresponden a las matemáticas relacionales (Skemp, 1976), que consisten en razonar, pensar, problemas y procesos. Ello se refleja en la «comprensión relacional», que significa saber por qué. La tabla siguiente muestra dichas competencias específicas distribuidas en dos grupos (Niss, 2003):

Tabla 2. Grupos de competencias matemáticas cognitivas

<i>Capacidad de formular y contestar preguntas en matemáticas y con matemáticas</i>	<i>Capacidad de manejar las herramientas y el lenguaje matemáticos</i>
Pensar matemáticamente	Representar objetos y situaciones matemáticas
Plantear y resolver problemas matemáticos	Utilizar símbolos y formalismos matemáticos
Modelar matemáticamente	Comunicar con matemáticas y sobre matemáticas
Razonar matemáticamente	Utilizar herramientas y recursos matemáticos

### 3. Marco tecnológico

Desde una perspectiva tecnológica, nos referimos a la plataforma IWT, que utilizamos en nuestras prácticas. Se trata de una plataforma virtual de educación a distancia, equipada con un sistema de gestión de contenidos para el aprendizaje (LCMS, según las siglas en inglés de *Learning Content Management System*), y un sistema de aprendizaje adaptativo. Esta plataforma permite experiencias de enseñanza y aprendizaje personalizadas y colaborativas mediante la representación explícita de conocimientos y el uso de técnicas y herramientas de la web 2.0. Creada en el Polo di Eccellenza sulla Conoscenza in Italia y comercializada por MOMA<sup>1</sup>, esta plataforma, que no es de acceso libre, ha sido adoptada por varias universidades e institutos de secundaria italianos.

#### 3.1. Principales características de la plataforma IWT

En la IWT el proceso de aprendizaje se puede personalizar a través de tres modelos: conocimientos, alumno, didáctica.

El modelo de conocimientos (MC) puede representar inteligiblemente el ordenador y la información asociada al material didáctico disponible. Utiliza:

- 1) Ontologías: permiten la formalización de áreas de conocimientos mediante la definición de conceptos y la relación entre conceptos. Consisten en gráficos, cuyos nodos son los conceptos del área de conocimientos y cuyos extremos representan las relaciones «FormaParte», «EsRequeridoPor» y «OrdenRecomendado». Están diseñados por expertos en la materia que utilizan un editor específico disponible en la IWT (figura 1).
- 2) Objetos de aprendizaje (OA): consisten en «cualquier recurso digital que pueda ser reutilizado como ayuda para el aprendizaje» (Wiley, 2000).

1. <http://www.momanet.it/index.php?lang=en>

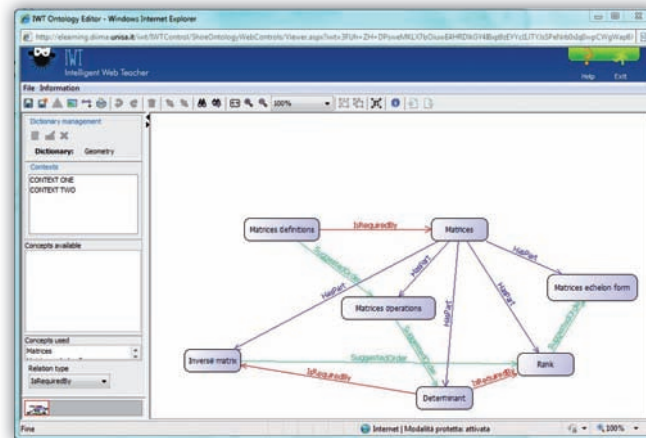


Figura 1. Ejemplo de ontología sobre matrices

3) Metadatos: información descriptiva con la que se etiqueta cada uno de los OA para relacionarlos con uno o más conceptos en una ontología (figura 2, caja roja). Otras informaciones se refieren a parámetros educativos como tipología de los OA (vídeo, texto, diapositiva, etc.), contexto (instituto, universidad, formación, etc.), tipo de interacción (expositiva, activa, mixta) y nivel, dificultad y densidad semántica de esta.

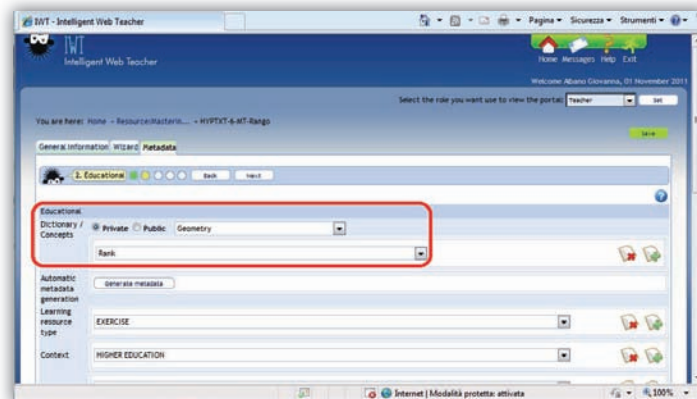


Figura 2. Ejemplo de metadatos (zoom sobre Ontología/asociación de conceptos)

El modelo del alumno (MA) permite gestionar un perfil de usuario (figura 3). El perfil de usuario captura, almacena y actualiza automáticamente información sobre las preferencias y las necesidades de cada uno de los usuarios (por ejemplo, medio, nivel de interactividad, nivel de dificultad, etc.) así como sobre el estado de sus conocimientos (es decir, conocimientos previos sobre conceptos de un área determinada).

El modelo didáctico (MD) se refiere al enfoque pedagógico del aprendizaje (inductivo, deductivo, práctico, etc.). Actualmente este se asocia a tipologías específicas de OA (por ejemplo, una simulación se refiere a un aprendizaje didáctico inductivo) y se almacena tanto en los metadatos del OA como en el perfil de usuario (como tipologías preferidas de OA).

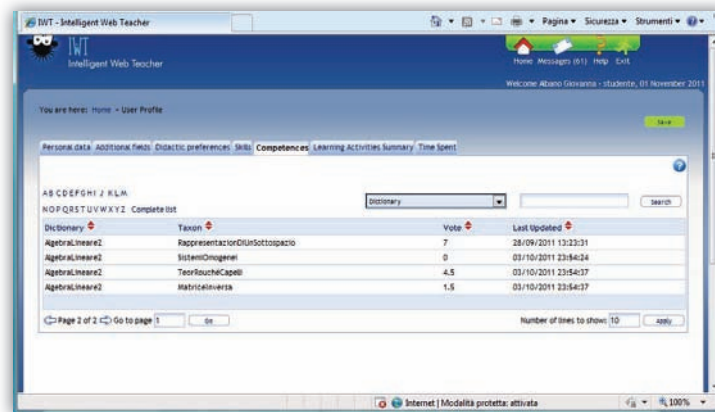


Figura 3. Ejemplo de perfil de alumno

### 3.2. Cómo funciona la IWT

En la plataforma IWT se puede optar tanto por un aprendizaje guiado como por un aprendizaje autorregulado. El aprendizaje guiado consiste en cursos estándares (por ejemplo Geometría o Cálculo); en el autorregulado los alumnos pueden expresar sus necesidades de aprendizaje en lenguaje natural (por ejemplo, aprender a resolver sistemas lineales). En ambos casos, la IWT crea unidades de aprendizaje (UA), utilizando los modelos mencionados anteriormente (Albano, 2011b; Albano *et al.*, 2007; Gaeta *et al.*, 2009). Expertos en la materia (es decir, profesores) definen en primer lugar una serie de especificaciones apropiadas para los cursos o para las necesidades de aprendizaje, y escogen o editan la ontología conveniente para los temas del curso. A continuación fijan unos objetivos de aprendizaje (por ejemplo, uno o más conceptos de la ontología escogida) y finalmente determinan ciertos parámetros para el desarrollo del curso (por ejemplo, prueba previa, número de pruebas intermedias, contexto educativo). La unidad de aprendizaje (UA) se genera en tiempo de ejecución desde la IWT, cuando los alumnos acceden a ella por primera vez, a través de los siguientes pasos: se utiliza la ontología para crear la lista de los conceptos necesarios para lograr los conceptos fijados como objetivos del curso, luego la información del perfil de usuario permite actualizar esta lista de acuerdo con el estado de los conocimientos del alumno y escoger los OA. Estos OA son aquellos cuyos metadatos mejor encajan con las preferencias del usuario. Además, los OA se actualizan dinámicamente de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas intermedias.

## 4. Gráficos multinivel para la modelación de conocimientos y el aprendizaje de destrezas

El uso actual de ontologías en la IWT es una versión de prueba para enseñar mediante «nodos fundamentales». Con este término nos referimos a «aquellos conceptos fundamentales que aparecen repetidamente en una disciplina y que tienen un valor procreativo estructural y de los conocimientos» (Arzarello *et al.*, 2002). En educación matemática, enseñar mediante nodos fundamentales significa

«tejer un mapa conceptual, estratégico y lógico, sutil e inteligente» (véase la figura 4), donde cada concepto es el objetivo de una compleja malla, donde ningún concepto está completamente solo y donde cada uno de ellos es parte de una red de relaciones y no un «objeto conceptual» aislado (D'Amore, 2000).

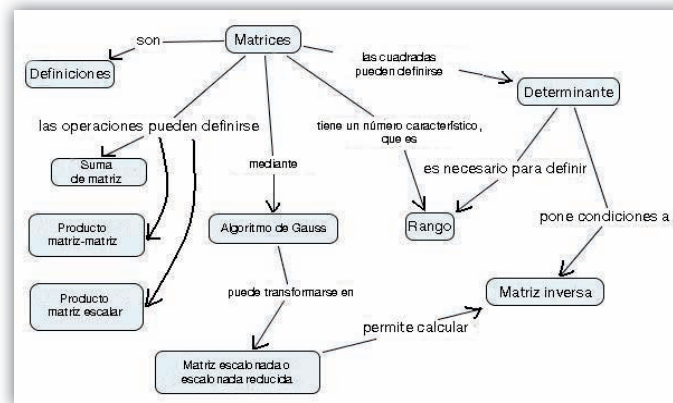


Figura 4. Ejemplo de mapa conceptual sobre matrices

Como puede verse, el nivel de conocimientos y el nivel de destrezas se diferencian por las relaciones entre los nodos (es decir, las conexiones). En las ontologías de la IWT las conexiones no pueden hacer lo mismo, de modo que los dos niveles se igualan sobre los nodos, asociando los OA para ambos.

Para superar esta limitación, nuestra propuesta es utilizar una representación gráfica multinivel (Albano, 2011a). En el primer nivel, los nodos fundamentales aparecen como «raíces» de otros dos gráficos (ontologías), en los que se hacen explícitos los niveles de conocimientos y de destrezas.

- Nivel de conocimientos (figura 5), en el que los nodos corresponden a definiciones, teoremas, ejemplos, etc. (tabla 1), y las posibles relaciones, obligatorias (líneas continuas) o no (líneas discontinuas).

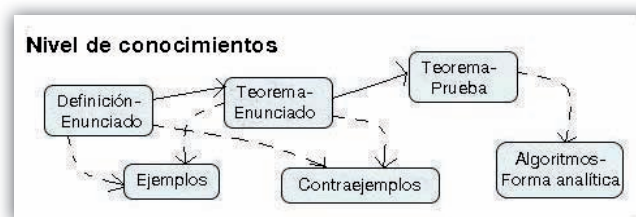


Figura 5. Ontología genérica del nivel de conocimientos

- Nivel de destrezas (figura 6), en el que los nodos corresponden básicamente a métodos de cálculo y a habilidades estándar para la resolución de problemas (tabla 1).

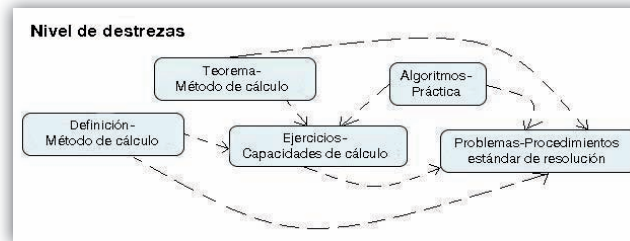


Figura 6. Ontología genérica del nivel de destrezas

Todavía se puede diseñar un tercer nivel de competencias específicas:

- Nivel de competencias, en el que los nodos corresponden a aquellas competencias para el nodo fundamental o «raíz» (tabla 2).

En el apartado siguiente, nos centraremos en el nivel de las competencias y en su modelación.

## 5. Ciclo de Dubinsky para modelar el aprendizaje de competencias

De acuerdo con el marco teórico, partimos del supuesto de que las competencias se desarrollan desde la implicación y participación del alumno en las AA. Esta es la razón por la que, para modelar las competencias, nos referimos al RUME de Dubinsky (Asiala *et al.*, 1996), que consiste en un ciclo de tres elementos interrelacionados: análisis teórico, didáctica y análisis/recopilación de datos.

Veamos lo que significan estos tres elementos dentro de nuestro contexto. Partiendo de un concepto, podemos distinguir una o más competencias asociadas con él. A continuación podemos implementar una AA cuyo objetivo sea que los alumnos practiquen esas competencias. De este modo podemos empezar el ciclo descrito a continuación:

### Análisis teórico

El objetivo del análisis teórico es proponer un modelo de aprendizaje de competencias, es decir, una descripción de los procesos de construcción mental que utilizan los estudiantes en su aprehensión de la competencia, la llamada descomposición genética (DG). Esta DG depende estrictamente del contenido al que se aplica la competencia (por ejemplo, la competencia de la representación tiene un significado diferente si se refiere a una serie de números reales o a las líneas en un espacio de 2D) y no es necesariamente única respecto a un contenido determinado (figura 7).

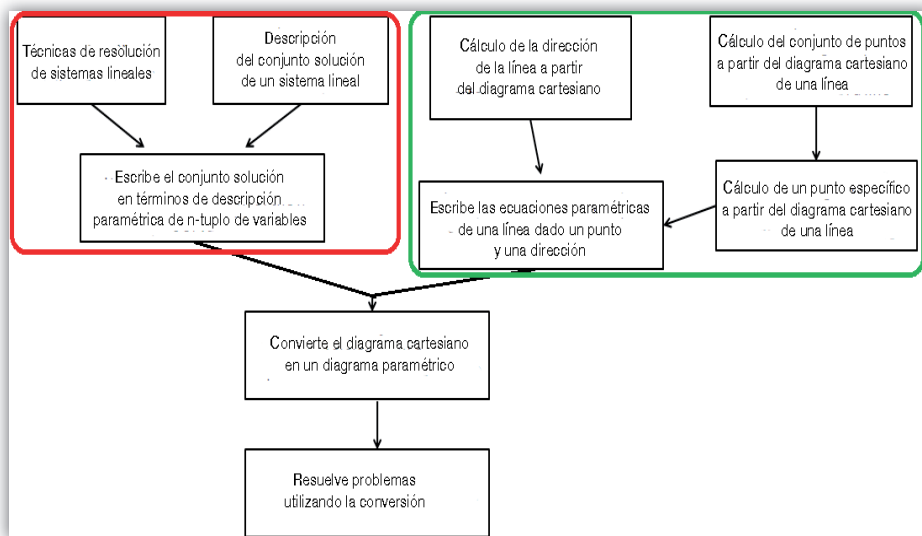


Figura 7. Ejemplo de descomposición genética algebraica (a la izquierda) y geométrica (a la derecha) de una competencia determinada

Si nos desplazamos por una DG, el mecanismo para practicar y construir una competencia específica matemática se describe en términos de los cuatro elementos siguientes (APOE):

- Acción: transformación generada como reacción a un estímulo externo (físico o mental).
- Proceso: interiorización del objeto, de modo que las transformaciones pueden imaginarse mentalmente.
- Objeto: encapsulación del proceso, debido a reflexiones sobre las operaciones aplicadas a un proceso particular, con lo cual el individuo toma conciencia del proceso en su totalidad.
- Esquema: objetos y procesos se pueden organizar en una colección coherente, explicando las interconexiones entre ellos y dando origen a lo que se llama un «esquema». Un esquema representa los conocimientos de un individuo sobre una competencia específica y se recurre a él para entender y tratar una situación percibida en la que esté implicada dicha competencia.

Dada una competencia, su DG junto con sus APOE originan un escenario de aprendizaje (EA) apropiado para que el alumno practique y llegue a dominar dicha competencia.

## Didáctica

El análisis teórico indica un EA específico que debe ser favorecido con la didáctica. Ello significa diseñar una didáctica para una AA asociada a un EA, que permita al estudiante construir las acciones, los procesos, los objetos y los esquemas adecuados. Esta didáctica puede describirse utilizando un lenguaje específico de diseño de aprendizajes (por ejemplo, IMS-LD 2003), que permite la descripción de las diferentes fases de la actividad relacionadas con el EA. Estas fases incluyen la descripción de acciones, procesos, estrategias pedagógicas y entornos específicos que comprenden series de OA y servicios (fóruns, chats, calendario, aula virtual, acceso a procesadores matemáticos, etc.). El

resultado de esta fase serán una o más *plantillas* para una AA asociada a un EA determinado. Las *plantillas* también contienen información descriptiva para relacionar una AA tanto con una competencia como con uno o con más conceptos en una ontología (en el nivel de los conocimientos y/o de las destrezas).

## Recopilación/Análisis de datos

Una vez que se ha implementado la didáctica y que el usuario la ha experimentado, deben establecerse unas expectativas teóricas a partir de observaciones y análisis de los resultados del aprendizaje. Ello significa comprobar si los alumnos han realizado las construcciones mentales previstas en el análisis teórico o bien si han recurrido a construcciones alternativas. Los datos se utilizan para validar el análisis teórico y la didáctica consiguiente. Se pueden introducir los ajustes necesarios o hacer una revisión completa.

## 6. Cómo funcionan los nuevos modelos

Basándonos en los apartados anteriores, podemos esbozar el esquema de la figura 8.

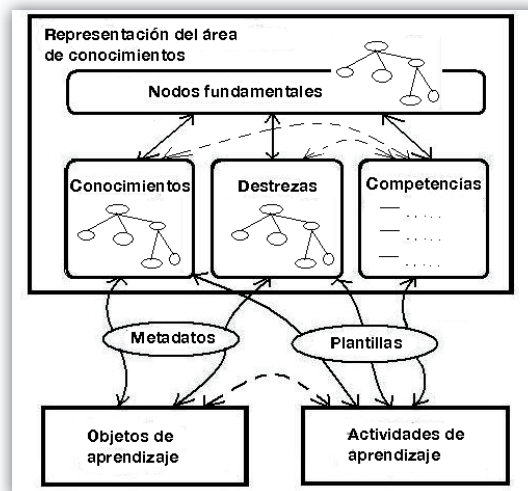


Figura 8. Modelo de generación de una experiencia de aprendizaje

La representación del dominio en la plataforma consistirá en primer lugar en una ontología sobre los nodos fundamentales, después se diseñarán más niveles de ontologías (conocimientos y destrezas) y una base de datos de competencias.

Teniendo en cuenta los dos tipos de aprendizaje, el guiado y el autorregulado, veamos cómo los afecta la nueva representación del dominio. En cuanto al primero, la UA correspondiente al curso estándar difiere de las descritas en la sección 3.2 en dos aspectos:



- La selección de conceptos objetivo se puede especificar en uno o más niveles de la ontología y el itinerario del aprendizaje se desarrollará a partir de la fusión de las listas generadas en cada nivel; después el proceso continúa como se ha mostrado antes.
- La UA se irá enriqueciendo con la implicación y la participación del alumno en AA correspondientes a competencias seleccionadas en el tercer nivel de la representación del dominio (secciones 4 y 5). La elección de las AA estará determinada por la mejor combinación entre la información descriptiva de una *plantilla* y el perfil de usuario.

En cuanto al aprendizaje autorregulado, los modelos también pueden responder a las necesidades del alumno en cuanto a competencias (por ejemplo, aprender a comprobar enunciados). En este caso, entre las AA disponibles, la plataforma selecciona las que más convienen al alumno dadas las necesidades que ha expresado y que, a la vez, se refieren a conceptos (en una ontología) ya presentes en su estado de conocimientos. En cualquier caso, se puede realizar una prueba previa sobre dichos conceptos y ofrecer una UA a la medida de cada usuario para salvar este obstáculo si es necesario.

## 7. Ventajas y desventajas, y experiencia en la Universidad de Salerno

En la enseñanza tradicional, los profesores son, a un mismo tiempo, autores, tutores y evaluadores de sus cursos. En el aprendizaje virtual, podemos distinguir explícitamente los papeles de autor y tutor. Los autores son sujetos colectivos que dominan todas las destrezas necesarias para preparar materiales didácticos en un contexto digital; no son solamente expertos con competencias en educación general y una disciplina específica sino que además son profesionales con habilidades técnicas en TIC, en gestión y en pedagogía. Los tutores pueden ser agentes humanos o artificiales que proporcionan al alumno el andamiaje que necesita para alcanzar los objetivos educativos que se ha propuesto. Los profesores pueden asumir uno o más papeles, incluido el de autor, dependiendo de su experiencia. Por ejemplo, en el caso de nuestros cursos en la Universidad de Salerno, los profesores desempeñan el papel de expertos en las áreas de Geometría o Cálculo y han diseñado las ontologías correspondientes (mediante una herramienta gráfica de fácil uso, que mostramos en la figura 2). También han diseñado varios OA (desde hipermedia hasta vídeos estructurados y ejercicios dinámicos con *Mathematica*<sup>2</sup>) y han supervisado su implementación con la ayuda de personal técnico adecuado.

Aunque el trabajo de un autor en el contexto del aprendizaje virtual pueda parecer más difícil que el de un profesor en el aula tradicional (puesto que requiere habilidades técnicas), tiene varias ventajas, como las siguientes:

---

2. [www.wolfram.com](http://www.wolfram.com)

- Reusabilidad: las ontologías, los OA y las *plantillas* constituyen un depósito de material al que pueden recurrir todos los autores que utilizan la plataforma (no solo su propietario).
- Enriquecimiento continuo del fondo de aprendizaje: es una consecuencia directa de la característica anterior, puesto que todos los profesores pueden utilizar el trabajo de los demás y beneficiarse así de la posibilidad de disponer de mucho más material del que individualmente hubieran podido producir.
- Favorecimiento a la diversidad de los métodos de aprendizaje del alumno: la enseñanza personalizada no es posible en el nivel de grado, sobre todo en los primeros cursos con clases muy numerosas, pero los cursos mixtos que combinan clases presenciales con enseñanza y aprendizaje virtual de matemáticas pueden salvar este inconveniente.
- Seguimiento automático del aprendizaje: tanto individual como de grupos. El análisis de los datos de aprendizaje proporciona abundante información sobre el nivel de conocimientos (por ejemplo, temas con una dificultad intrínseca) y sobre su aprendizaje (deficiencias básicas) lo cual permite introducir ajustes en el diseño y en la implementación de los OA y de las AA.

En cuanto al alumnado, podemos hacer algunas consideraciones basándonos en nuestra experiencia en la Universidad de Salerno. Durante los últimos años, algunos cursos de matemáticas de esta universidad se han impartido con la asistencia de la plataforma IWT. Las clases tradicionales han recurrido a la enseñanza a distancia, que ha consistido en UA personalizadas (apartado 3.2) y en actividades de aprendizaje, guiadas por profesores, colectivas o individuales (cuya formalización, y generalización de las últimas, han originado el modelo del apartado 5). Además de las calificaciones obtenidas en los exámenes, distribuimos cuestionarios entre los alumnos que participaban en clases mixtas para investigar los resultados en los niveles metacognitivo y no cognitivo. Fundamentalmente lo que hemos comprobado es que las AA han cambiado el método de trabajo de los alumnos: profundizan como práctica habitual, amplían sus perspectivas, varían su actitud respecto al aprendizaje, focalizan actividades relevantes, se organizan los horarios del trabajo en casa y dan continuidad a su trabajo. Además de cambiar sus métodos de trabajo, los alumnos empiezan a comprender los significados matemáticos y a mejorar su forma de abordar los problemas, que eran nuestros principales objetivos. Después cambia su actitud respecto a las matemáticas (incluso en el caso de individuos que no suelen destacar especialmente en esta materia), y se inicia así un proceso de aprendizaje productivo.

## 8. Perspectivas

Pensamos continuar nuestra investigación sobre el modelo de conocimientos, destrezas y competencias. La implementación en una plataforma requiere investigar determinados detalles, y la integración con algoritmos de la IWT para generar automáticamente UA personalizadas plantea nuevos problemas, como los siguientes

- Investigación sobre las herramientas útiles para la didáctica: sería muy interesante tener la posibilidad de escoger, en tiempo de ejecución, OA implicados en AA, teniendo en cuenta los metadatos asignados.
- Investigación en las posibilidades de la interconexión de AA con las UA necesarias como pre-requisitos.
- Definición de los procedimientos para la evaluación de competencias específicas según los requisitos de PISA (OCDE, 2009), tanto en forma abierta como cerrada (Albano, 2011b; Albano *et al.*, 2008).
- Integración de los resultados de la evaluación abierta de la competencia para actualizar automáticamente las UA y seleccionar las AA subsiguientes.

## 9. Conclusiones

En este trabajo, dentro del contexto del aprendizaje virtual de matemáticas, nos hemos centrado en el aprendizaje de competencias. Partiendo de la base de que dichas competencias se desarrollan con la implicación y la participación de los alumnos en las AA, hemos propuesto un modelo apto para generar experiencias de aprendizaje que se adapten a cada estudiante según el perfil de usuario. Este modelo es un complemento de los modelos de conocimientos y destrezas basados en multigráficos. Los tres modelos interactúan para generar un modelo de conocimientos, destrezas y competencias capaz de crear y proporcionar UA personalizadas consistentes en series de OA o AA. Se ha utilizado la plataforma IWT para validar estos modelos en cursos de grado. Los resultados demuestran que el alumnado mejora su forma de abordar los problemas o el estudio de matemáticas además de cambiar su actitud respecto a esta materia.

## Bibliografía

- ALBANO, G. (2011a). «Knowledge, Skills, Competencies: a Model for Mathematics E-Learning». En: R. Kwan; C. McNaught; P. Tsang; F. L. Wang; K. C. Li (eds). *Enhancing Learning Through Technology: International Conference, ICT 2011, Hong Kong, July 11-13. Proceedings (Communications in Computer and Information Science)*. CCIS 177. ISBN: 978-3-642-22382-2. Springer Heidelberg. P. 214-225.
- ALBANO, G. (2011b). «Mathematics education: teaching and learning opportunities in blended learning». En: A. Juan; A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies* [en prensa].
- ALBANO, G.; FERRARI, P. L. (2008). «Integrating technology and research in mathematics education: the case of e-learning». En: F. J. García-Peñalvo (ed.). *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. IGI Global. P. 132-148.
- ALBANO, G.; GAETA, M.; RITROVATO, P. (2007). «IWT: an innovative solution for AGS e-Learning model». *International Journal of Knowledge and Learning*. Vol. 3, núm. 2/3, p. 209-224.

- ARZARELLO, F.; RO BUTTI, O. (2002). *Matematica*. Brescia: La Scuola.
- ASIALA, M.; BROWN, A.; DEVRIES, D. *et al.* (1996). «A Framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education». *CBMS Issues in Mathematics Education*. Vol. 6.
- D'AMORE, B. (2000). «La complessità dell'educazione e della costruzione dei saperi». *Riforma e didattica*. Núm. 4, p. 35-40.
- GAETA, M.; ORCIUOLI, F.; RITROVATO, P. (2009) «Advanced Ontology Management System for Personalised e-Learning». *Knowledge-Based Systems*. Núm. especial. Vol. 22, núm. 4, p. 292-301.
- GODINO, J. (2002). «Competencia y comprensión matemática: ¿Qué son y cómo se consiguen?». *Uno*. Vol. 8, núm. 29, p. 9-19.
- NISS, M. (2003). «Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project». En: A. Gagatsis; S. Papastavridis (eds). *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Mediterranean Conference on Mathematical Education*. Atenas: Hellenic Mathematical Society. P. 115-124.
- OECD (2009). PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science. [Fecha de consulta: 28 de enero de 2011].  
<<http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf>>
- SKEMP, R. (1976). «Relational understanding and instrumental understanding». *Mathematics Teaching*. Núm. 77, p. 20-26.
- WEINERT, F. (2001). «Concept of competence: a conceptual clarification». En: D. Rychen; L. Salgenik (eds). *Defining and electing key competencies*. Seattle, Toronto, Bern, Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.
- WILEY, D. A. (2000). «Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy». En: D.A. Wiley (ed.). *The Instructional Use of Learning Objects*. [Fecha de consulta: 18 de febrero de 2010].  
<<http://reusability.org/read/chapters/wiley>>

## Sobre la autora

*Giovannina Albano*

galbano@unisa.it

Facultad de Ingeniería, Universidad de Salerno

Profesora ayudante de Geometría en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Salerno, Italia. Es doctora en Matemáticas Aplicadas y Ciencias Informáticas por la Universidad de Nápoles Federico II, y graduada en Matemáticas también por la Universidad de Nápoles Federico II. Sus investigaciones se han centrado en los modelos de aprendizaje electrónico así como en la educación matemática en entornos virtuales. Es autora de unos ochenta artículos científicos publicados en revistas internacionales, libros y otras publicaciones especializadas. Actuó como representante italiana en el Grupo de Trabajo para Políticas del Aprendizaje dentro del Programa del IST, V Programa marco. Ha sido vicecoordinadora de proyecto del Centro di Eccellenza in Metodi e Sistemi per l'Apprendimento e la Conoscenza fundado por el Ministerio de Universidades e Investigación italiano, y líder científica de la línea de investigación sobre experimentos científicos virtuales. Participa en numerosos proyectos italianos y europeos sobre programas educativos.

Università degli Studi di Salerno

Via Ponte don Melillo

84084 - Fisciano (SA)

Italia



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»

ARTÍCULO

# Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación

**José Luis Ramírez**

jllram@cenidet.edu.mx  
CENIDET (México)

**Manuel Juárez**

juarezmanuel@cenidet.edu.mx  
CENIDET (México)

**Ana Remesal**

aremesal@ub.edu  
Universidad de Barcelona

Fecha de presentación: julio de 2011  
Fecha de aceptación: noviembre de 2011  
Fecha de publicación: enero de 2012

## Cita recomendada

RAMÍREZ, José Luis; JUÁREZ, Manuel; REMESAL, Ana (2012). «Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 130-149 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-ramirez-juarez-remesal/v9n1-ramirez-juarez-remesal>>

ISSN 1698-580X

## Resumen

El objetivo de este estudio es presentar una experiencia de aprendizaje virtual a distancia en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas en educación superior. El curso se ofrece como programa de apoyo para alumnos de un máster de Ciencias de la Computación y está específicamente diseñado para satisfacer las necesidades de los estudiantes que iniciaban dicho programa, particularmente la falta de comprensión del lenguaje lógico detectada en varias promociones anteriores de los alumnos del CENIDET. El curso tiene como objetivo el desarrollo de la habilidad de uso del lenguaje lógico, la cual es básica para cursar con éxito el máster de Ciencias de la Computación, así como para su posterior aplicación en contextos profesionales relacionados con la Ingeniería computacional. Dieciocho estudiantes distribuidos por todo México participaron voluntariamente en el estudio bajo la dirección de un tutor. El diseño tecnopedagógico del curso se basa en dos premisas teóricas. Las decisiones didácticas relacionadas con el contenido se fundamentan en varios conceptos derivados de la segunda generación de la Teoría de la Actividad (TA). El concepto de «base de orientación para la acción» ha sido particularmente útil para definir las habilidades que se esperaba que desarrollaran los estudiantes. Las decisiones didácticas relacionadas con la interacción de los participantes se basan en el modelo de enseñanza acelerada en equipo de Slavin. A continuación se expone detalladamente la estructura del curso y se presentan algunos extractos de la interacción de los estudiantes para ilustrar su proceso de aprendizaje.

## Palabras clave

aprendizaje virtual, diseño didáctico, educación superior, matemática discreta, teoría de la actividad, habilidades matemáticas

## *Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics for Computer Science*

### *Abstract*

*The aim of this article is to present a distance e-learning experience of mathematics in higher education. The course is offered as a remedial program for master's degree students of Computer Science. It was designed to meet the particular needs of the students entering the master's degree program, as a response to the lack of understanding of logical language which was identified in several previous cohorts of students at CENIDET. The course addresses mathematical abilities of comprehensive functional use of logical language as a basic ability to be developed for later successful participation in the Master of Computer Science and also for later use in professional contexts of Computer Engineering. Eighteen students distributed throughout Mexico volunteered to participate under the guidance of one instructor. The techno-pedagogical design of the course is grounded on two theoretical approaches. Content-related instructional decisions are supported by different concepts of the second generation of Activity Theory. The concept of Orienting Basis of an Action was particularly useful to define the skills the students were expected to develop. Instructional decisions related to the participants' interaction are underpinned by Slavin's Team Accelerated Instruction model. We present the course structure in detail and provide some student interaction excerpts in order to illustrate their learning progress*

### *Keywords*

*e-learning, instructional design, higher education, discrete mathematics, activity theory, mathematical abilities*

## 1. Introducción

El hecho de trabajar con enunciados formalizados o semiformalizados suele ser un reto para muchos estudiantes de matemáticas. Una de las estrategias más utilizadas por los estudiantes para hacer frente a textos que incluyen enunciados formalizados es leer únicamente la parte no formal e ignorar el formalismo matemático. Lamentablemente, cuando se utiliza esta estrategia se produce una pérdida importante de conocimientos matemáticos. Varios investigadores han asociado estas dificultades a: i) la negación de los enunciados matemáticos (Antonini, 2001; Durand-Guerrier, 2004); ii) la traducción (formalización) de los enunciados del lenguaje natural al lenguaje formal de la lógica de primer orden (LPO) (Barker-Plummer, Cox, Dale y Etchemendy, 2008); y iii) la identificación de la estructura lógica de los enunciados matemáticos (Selden y Selden, 1996).

Recientemente, en el ámbito de las Ciencias de la Computación, ha habido algunas propuestas para incluir métodos formales en el plan de estudios. Hoy en día, se espera que los estudiantes tengan capacidad para leer y escribir especificaciones formales en su práctica profesional (Boca, Bowen y Duché, 2006). Sin embargo, aunque muchos de ellos se familiarizan por primera vez con las matemáticas formalizadas o semiformalizadas en los cursos de Matemática discreta (MD), sus profesores esperan que posean un dominio suficiente de LPO. De ahí que los estudiantes tengan dificultades para entender y comunicar conceptos nuevos y complejos con textos semiformalizados. En consecuencia, requieren ayuda específica para desarrollar habilidades que les permitan leer textos matemáticos en distintos contextos. Una buena presentación de contenidos no basta; por lo tanto, en la educación superior los cursos de apoyo deberán orientarse explícitamente al desarrollo de esta habilidad (Merisotis y Phipps, 2000).

Este artículo describe el uso de determinados elementos de la segunda generación de la teoría de la actividad (TA) para diseñar un curso de apoyo en línea. En concreto, el concepto de «base de orientación para la acción» (BOA) ha sido muy útil para ofrecer a los estudiantes de máster el apoyo necesario en sus procesos de aprendizaje. El curso de apoyo en línea introduce conceptos preliminares de matemática discreta (lógica, conjuntos, relaciones y funciones) para los estudiantes que inician un máster de Ciencias de la Computación en México. En los siguientes apartados, presentamos el marco contextual, las premisas teóricas y las consecuencias para el diseño de materiales didácticos. Algunos extractos de las interacciones que tuvieron lugar durante el curso ilustran el progreso del aprendizaje.

## 2. El contexto institucional: la enseñanza de matemáticas en Ciencias de la Computación

La mayoría de los cursos de MD que pueden cursar los estudiantes de Ciencias de la Computación siguen un modelo tradicional de enseñanza de las matemáticas: (1) definición del concepto; (2) presentación de teoremas; (3) demostración y (4) resolución de problemas (véase, por ejemplo, Meyer, 2005). Los cursos alternativos siguen siendo una excepción. Además, en general, estos cursos no poseen la base teórica característica de la educación matemática (véase, por ejemplo, Sutner, 2005).



Tanto si son tradicionales o se basan en la resolución de problemas, estas propuestas didácticas ponen de relieve la precisión de las definiciones matemáticas. Todas ellas establecen las definiciones del contenido a partir del lenguaje lógico. En contraste, las evaluaciones previas en el contexto mexicano (Ramírez, 1996; 2005) han señalado repetidamente dos carencias de comprensión entre los estudiantes de Ciencias de la Computación: (a) traducir el lenguaje matemático al lenguaje natural (y viceversa); y b) analizar las definiciones matemáticas. En consecuencia, los programas docentes de matemáticas para estudiantes de Ciencias de la Computación deberían considerar ambos aspectos. En lo que concierne concretamente a la última cuestión, los alumnos necesitan asociar distintas representaciones de un concepto en el lenguaje natural, en el lenguaje lógico, en el lenguaje matemático y en el lenguaje pictográfico.

### 3. Marco teórico: la teoría de la actividad

La TA permite a los profesores de matemáticas atender a las deficiencias y los requisitos antes mencionados en los cursos de MD en línea. Actualmente, existen tres generaciones de la TA (Engeström, 2000). Los conceptos definidos por la primera generación –mediación, interiorización y zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1988)– y los propuestos por la tercera generación –aprendizaje expansivo, zona de desarrollo próximo grupal (Engeström, 1987) y aprendizaje situado (Lave y Wenger, 1991)– están ya bien establecidos. En cambio, el desarrollo y las aplicaciones de la segunda generación han sido menos conocidos. Nuestra experiencia didáctica está basada en la segunda generación de la TA. Uno de los elementos básicos de este planteamiento es la definición precisa de la estructura de actividad a través de acciones y operaciones (Leontiev, 1984). Estos conceptos permiten estudiar la actividad humana caracterizando la noción de habilidad –un elemento clave de nuestra propuesta didáctica– tanto para el diseño de actividades y materiales docentes como para el análisis de los progresos en el aprendizaje. En los siguientes subapartados se describen paso a paso las decisiones didácticas, guiándonos por este marco teórico.

#### 3.1. La segunda generación de la TA y la enseñanza de las matemáticas en la educación superior

El concepto de actividad de Leontiev ha sido utilizado por Tallizina (1988) y posteriormente por Hernández (1989) y Valverde (1990), entre otros, para describir las habilidades matemáticas. Para Leontiev, la actividad surge como un refinamiento del concepto de interiorización y es un elemento constituyente del sujeto psicológico, tanto en sus aspectos cognitivos (conciencia) como afectivos y motivacionales (personalidad). La actividad orienta al sujeto en la realidad objetiva, transformándola en una forma de subjetividad. Es decir, una actividad no es sólo una acción o una serie de acciones, sino un sistema con estructura, desarrollo, transiciones y cambios internos. Un sistema de actividad genera acciones y, a su vez, es materializado a través de acciones. Sin embargo, la actividad no puede reducirse a acciones particulares. Cada actividad está siempre conectada a un motivo (ya sea material

o abstracto) que responde a una necesidad. Los componentes de las actividades humanas son las acciones realizadas por los individuos. La acción posee un aspecto operativo (¿cómo y por qué medios podemos alcanzar un objetivo?), definido por las condiciones objetivas requeridas para lograr el objetivo de la actividad. Las actividades, acciones y operaciones son dinámicas: pueden cambiar su «nivel» dentro de la macroestructura de la actividad bajo ciertas condiciones.

El diseño de un proceso de aprendizaje parte de la caracterización psicológica de la actividad con relación a sus componentes estructurales: acciones y operaciones. La interpretación educativa de estos componentes se expresa en términos de habilidades y exige dominar un sistema complejo de acciones para autorregular la actividad. El proceso de adquisición de habilidades implica sistematizar las acciones de que constan. A su vez, este proceso requiere una ejecución consciente por parte del sujeto. La ejecución satisfactoria de acciones indica el nivel de desarrollo de habilidades para llevar a cabo la tarea. De ahí que el sujeto deba dominar el sistema de acciones para desarrollar plenamente una habilidad. En otras palabras, podríamos decir que para enseñar a comprender un texto matemático es esencial caracterizar las acciones e identificar las operaciones que comprende.

### 3.2. Diseñar la base orientadora de la acción

El desarrollo de funciones mentales superiores tiene un origen social (Vygotsky, 1988). Este desarrollo se produce en dos fases independientes: interpsicológico e intrapsicológico. Así, el desarrollo surge a raíz de acciones interiorizadas. La teoría de la formación por etapas de las acciones mentales de Galperin (1969) se basa en las premisas de Vygotsky aplicadas al contexto educativo. En primer lugar está la etapa de la actividad material, en la que el alumno necesita manipular objetos reales y llevar a cabo una actividad en el plano material, en el que puede manejar modelos, diagramas o gráficos de acuerdo con su edad. En segundo lugar está la verbalización, donde el estudiante necesita repetir la secuencia de las operaciones en voz alta. Expresándola en palabras, la acción pasa del exterior al interior. En último lugar, la actividad se lleva a cabo en el plano mental, completamente interiorizada.

El proceso de interiorización puede ser apoyado a través de la ejecución de ciertas acciones guiadas. Es precisamente este conjunto de acciones lo que permitirá a los alumnos y al tutor monitorizar y, si procede, corregir cada etapa de la asimilación. Galperin introdujo el término «base orientadora de la acción» (BOA) para referirse al conjunto de elementos orientadores con los que se guía al estudiante hacia la ejecución satisfactoria de una acción (también conceptualizado como «andamiaje» (Samaras y Gismondi, 1998).

En nuestro estudio, asumimos que la habilidad para leer y entender textos matemáticos consta de las siguientes acciones: (a) la traducción de un enunciado matemático al lenguaje natural, y viceversa; (b) la traducción de un enunciado al lenguaje de LPO a fin de revelar su estructura; y (c) la representación del enunciado mediante un lenguaje gráfico. Para avanzar en estas etapas e interpretar correctamente los enunciados matemáticos, los alumnos necesitan dominar ambos códigos. La identificación y caracterización de las acciones necesarias para leer y entender textos matemáticos ofrece una base para diseñar e implementar procesos didácticos en línea (véase la figura 1).

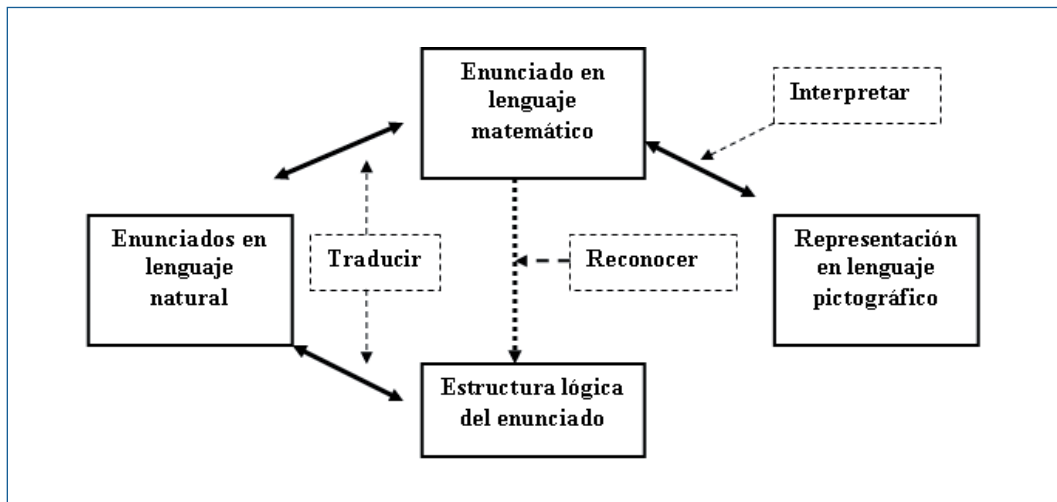


Figura 1: Sistema de habilidades para leer textos matemáticos.

## 4. Los retos del diseño didáctico

De acuerdo con la TA, tomamos tres elementos vertebrales del diseño didáctico: objetivos del curso, contenidos y Bases de orientación (BOA) para los estudiantes. En los siguientes apartados plantearemos cada uno de estos elementos y a continuación explicaremos cómo se implementan en un sistema de gestión del aprendizaje (SGA).

### 4.1. Objetivos del curso

Como resultado de los problemas identificados en cursos anteriores, nuestro objetivo era que los estudiantes desarrollaran habilidades para identificar y analizar el lenguaje formal (el lenguaje lógico y el lenguaje matemático) con el que se presentan los conceptos matemáticos y sus definiciones. El principal objetivo se dividió en tres subobjetivos:

*Los estudiantes deberían ser capaces de...*

- Analizar e identificar el lenguaje de LPO en el lenguaje natural.
- Identificar el lenguaje matemático que se expresa por medio del lenguaje lógico y las entidades matemáticas a las que se hace referencia.
- interpretar, del lenguaje formal al pictográfico, las definiciones del lenguaje matemático.

### 4.2. Contenido

El contenido básico de los cursos tradicionales de MD en educación superior es el siguiente: lógica proposicional, lógica de predicados, conjuntos, relaciones y funciones. La lógica se enseña, en general, a partir de un modelo deductivo de presentación de contenidos que se orienta a la demostración y utiliza sus propias reglas. En cambio, nuestro curso se centró en el manejo del lenguaje

de LPO, subrayando el proceso de traducción de los enunciados expresados en lenguaje natural al lenguaje lógico y matemático. Tras el módulo de lógica, se introdujo un módulo de lectura de textos matemáticos. Para la traducción del lenguaje natural al lenguaje matemático, se proporcionó a los estudiantes una BOA específica.

Los módulos de *Conjuntos*, *Relaciones* y *Funciones* tenían la siguiente estructura: en primer lugar, el tutor presentaba una breve lectura del ámbito disciplinario, en la que los conceptos matemáticos correspondientes aparecían en sus contextos habituales. A continuación, exponía el tema a partir de textos estándar. En tercer lugar, los estudiantes realizaban los ejercicios de cada tema, con dos actividades preferentes: (a) análisis de las definiciones y (b) uso de las BOA correspondientes. Finalmente, los alumnos tenían que leer otros textos adicionales del mismo ámbito, en los que aparecían los conceptos matemáticos correspondientes.

### 4.3. Bases orientadoras de la acción

Definimos una serie de BOA para ayudar a los estudiantes en el proceso de resolución de problemas. En este curso, las BOA servían para traducir enunciados: (a) de lenguaje natural a lenguaje lógico-proposicional; (b) de lenguaje natural a lenguaje de predicados; (c) de lenguaje natural a lenguaje matemático y viceversa. En último lugar, propusimos una BOA para (d) leer textos matemáticos y para (e) analizar la definición de conceptos matemáticos.

A lo largo del curso se proporcionaron las BOA, junto con el material utilizado por los alumnos, introduciéndolas con ejemplos. En el módulo de lógica, las BOA se caracterizaron y suministraron para desarrollar la habilidad de traducir del lenguaje natural al lenguaje de LPO. Para los módulos de *Conjuntos*, *Relaciones* y *Funciones*, se proporcionó una BOA para analizar las definiciones. A continuación se presenta un ejemplo de implementación parcial de una BOA para el análisis de definiciones.

#### 4.3.1. Ejemplo de BOA

Inicialmente, proporcionamos a los estudiantes ejemplos paso a paso para llevar a cabo las ocho acciones del análisis: (1) diferenciar entre la expresión de la definición en lenguaje natural y su expresión en lenguaje matemático; (2) identificar las entidades matemáticas contenidas en la misma; (3) dar ejemplos de objetos que cumplieran y no cumplieran con la definición; (4) encontrar diferentes modos de representarla; (5) identificar la estructura lógica subyacente; (6) establecer su negación; (7) encontrar la equivalencia lógica de la definición; y finalmente, (8) generalizarla.

El proceso presentado a los estudiantes como modelo para usar la BOA se describe en las figuras 2 y 3. En estas figuras, las acciones se indican en la columna izquierda y las posibles respuestas en la columna derecha.

Esta BOA apoya el desarrollo parcial de las habilidades para traducir enunciados expresados en lenguaje matemático, pictórico y natural. Realizar el análisis de definiciones ofrece a los estudiantes una buena base para incrementar su capacidad para leer textos matemáticos.

BOA	Análisis de la definición	
	Ejemplificación de la acción	
a. Diferenciar entre la expresión de la definición en lenguaje natural y su expresión en lenguaje matemático	<p><b>Definición expresada en lenguaje natural</b></p> <p>La unión de los conjuntos <math>A</math> y <math>B</math>, denotada como <math>A \cup B</math>, es el conjunto de los objetos que pertenecen a <math>A</math> o <math>B</math> o a ambos.</p>	<p><b>Definición en lenguaje matemático</b></p> <p><math>A \cup B := \{x \mid x \in A \vee x \in B\}</math></p>
b. Identificar las identidades presentes en la definición.	Conjunto, concepto de pertenencia.	
c. Analizar diferentes representaciones de la definición		
d. Dar ejemplos de objetos que satisfacen o no la definición.		

Figura 2: Acciones de 1 a 4 presentadas a los estudiantes como ejemplo para el análisis de una definición.

BOA	Análisis de la definición	
	Ejemplificación de la acción	
e. Identificar la estructura lógica de la definición.	Si $P(x, A)$ significa que $x$ pertenece a $A$ y $Q(x, B)$ significa que $x$ pertenece a $B$ , la estructura lógica de la definición: $P(x, A) \vee Q(x, B)$ .	
f. Establecer la negación de la definición.	De la estructura lógica $P(x, A) \vee Q(x, B)$ , aplicando la negación lógica se obtiene: $\neg P(x, A) \wedge \neg Q(x, B)$ . Así que la negación es: $\neg (A \cup B) = \{x \mid x \notin A \wedge x \notin B\}$	
g. Encontrar equivalencias lógicas de la definición	En este caso una equivalencia lógica de: $P(x, A) \vee Q(x, B)$ Sería poco natural, por ejemplo: $\neg (\neg P(x, A) \wedge \neg Q(x, B))$ . ¿Cómo leeríamos esta expresión en lenguaje natural?	
h. Generalizar la definición.	<p>La unión de un número finito de conjuntos:</p> <p><math>[(A \cup B) \cup C] \cup D \dots \cup W := \{x \mid x \in A \vee x \in B \vee x \in C \dots \vee x \in W\}</math></p> <p>Puede resumirse como:</p> $\bigcup_{\beta \in B} A_{\beta} = \{x \in U \mid \exists \beta \in B : x \in A_{\beta}\}$	

Figura 3: Acciones de 5 a 8 presentadas a los estudiantes como ejemplo para el análisis de una definición.

## 4.4. Diseño tecnopedagógico del curso virtual

En el aprendizaje virtual, muchos abandonos están causados por falta de motivación (Juan, Huertas, Steegmann, Corcoles y Serrat, 2008); por lo tanto, el diseño didáctico de los cursos es un elemento clave en el contexto de la educación de adultos. El término «diseño tecnopedagógico» se refiere a las características didácticas de un curso basado en herramientas tecnológicas (Mauri, Colomina y De Gispert, 2009). En efecto, el diseño de cursos virtuales no puede reducirse a los elementos tradicionales del plan de estudios, es decir, objetivos, contenidos y actividades de aprendizaje y evaluación. Al contrario, debe incluir una selección razonada y una planificación de las herramientas tecnológicas que se usarán a lo largo del curso académico, junto con un plan que contemple el uso de estos espacios y herramientas. Por ello, el diseño tecno-pedagógico debe incluir una cuidadosa planificación de las interacciones (entre estudiante y estudiante, y entre el tutor y sus alumnos) que tendrán lugar a lo largo del curso.

### 4.4.1. El SGA

En este caso en concreto, utilizamos el programa Moodle (V.1.5.8) como SGA, ya que presenta una estructura flexible y deja abiertas muchas elecciones a los diseñadores y tutores del curso. Por ejemplo, permite gestionar distintos espacios para grupos heterogéneos y flexibles del mismo curso. Esta característica ha sido especialmente relevante en este caso ya que ha facilitado la interacción del grupo clase, así como espacios privados para grupos más reducidos. El administrador/tutor del curso es quien toma estas decisiones de acuerdo con el diseño tecnopedagógico. Además, permite la gestión de los contenidos en módulos independientes. En este curso, presentamos los cinco temas por separado, en «modalidad semanal», todos con la misma estructura recursiva para ayudar a los estudiantes a asumir las normas de participación.

### 4.4.2. Diseño interactivo

Para seleccionar y planificar las herramientas tecnológicas es necesario determinar la interacción entre los estudiantes y entre los estudiantes y el tutor. Adaptamos la técnica colaborativa llamada «enseñanza acelerada en equipo» (EAE) (Slavin, 1994) al entorno virtual de aprendizaje (EVA). De acuerdo con esta técnica, los estudiantes deben realizar tres tipos de actividad. En primer lugar, deben trabajar independientemente con los materiales de aprendizaje. Se espera que lean los materiales del curso y que resuelvan los problemas y ejercicios correspondientes. En segundo lugar, deben trabajar por parejas para compartir e intercambiar las soluciones y dificultades que hayan surgido en los problemas y ejercicios. Con este objetivo, pueden acceder a una sala privada sincrónica (chat) y asincrónica (foro) en la plataforma en línea. El tercer nivel de interacción abarca a todo el grupo. De nuevo, tanto el chat como el foro sirven de apoyo para la interacción grupal. El uso de estos espacios y herramientas está regulado por normas de participación específicas. La figura 4 presenta un esquema de la organización de los participantes y del contenido de los materiales docentes.

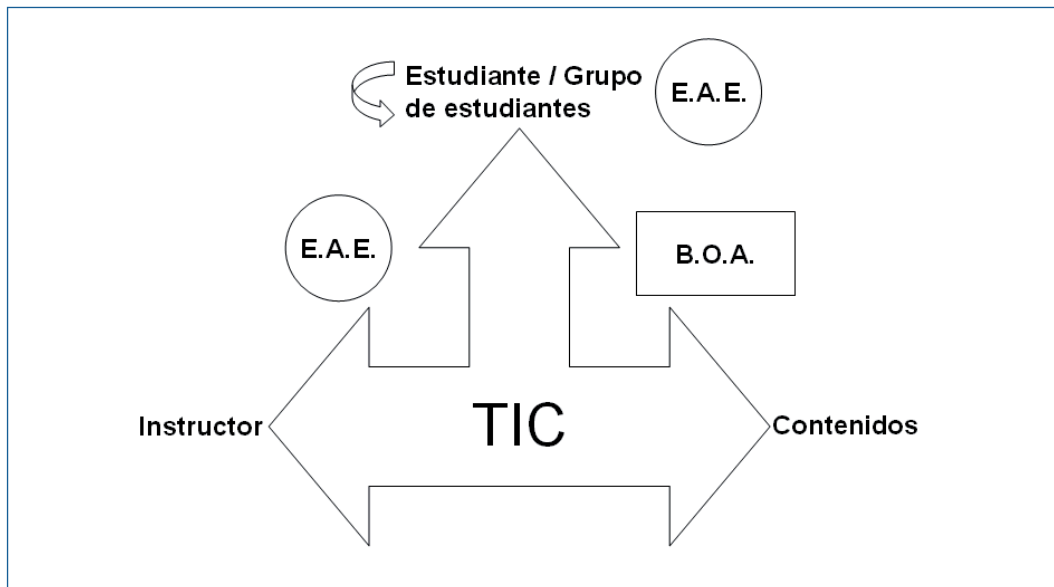


Figura 4: Diseño tecnopedagógico del curso.

*Interacción estudiante-contenido.* En las primeras ediciones del curso, surgió una dificultad técnica al utilizar las herramientas de chat y foro. Los participantes tuvieron problemas al escribir en lenguaje lógico y matemático. Estos problemas ya se habían detectado en estudios similares (Smith, Ferguson y Gupta 2004). Así, para facilitar la comunicación matemática, añadimos un editor HTML con un editor de ecuaciones matemáticas (WIRIS, V.2.1.26) a la herramienta de chat (Juárez y Ramírez, 2010). Las figuras 5 y 6 muestran el editor de ecuaciones y algunos ejemplos de cómo se puede utilizar.

*Interacción estudiante-tutor.* La principal área del curso estaba integrada por tres espacios de comunicación. En primer lugar, un foro para la discusión de grupos reducidos que ofrecía un espacio asincrónico para facilitar la continuidad de las discusiones y la comunicación del tutor con los estudiantes. En segundo lugar, dos salas de chat para la interacción sincrónica, con dos finalidades: una primera sala de chat para la discusión organizada de todo el grupo clase para resolver dudas bajo la guía del tutor; y una segunda sala para resolver cuestiones técnicas.

*Interacción estudiante-estudiante.* La interacción entre estudiantes se diseñó para que tuviera lugar entre parejas y se facilitó por medio de distintas herramientas. En primer lugar, una sala de chat para la interacción sincrónica; en segundo lugar, una wiki para la resolución conjunta de problemas matemáticos; y en tercer lugar, una base de datos para compartir resultados y reflexiones. Cada pareja de estudiantes podía decidir libremente qué herramienta prefería usar. Los espacios de grupo eran privados para cada pareja; solamente el tutor podía acceder a los espacios reservados a los grupos reducidos. Así podía verificar o participar en la interacción de los alumnos, como ocurriría por ejemplo en las situaciones presenciales de EAE.

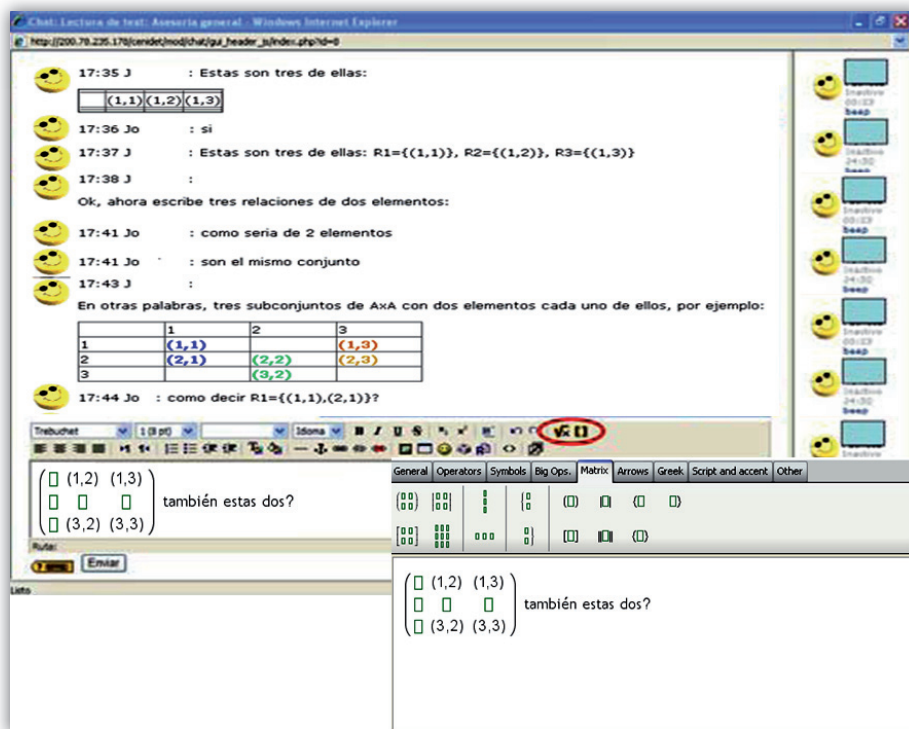


Figura 5: Ejemplo del editor de ecuaciones y su uso en la interacción sincrónica.

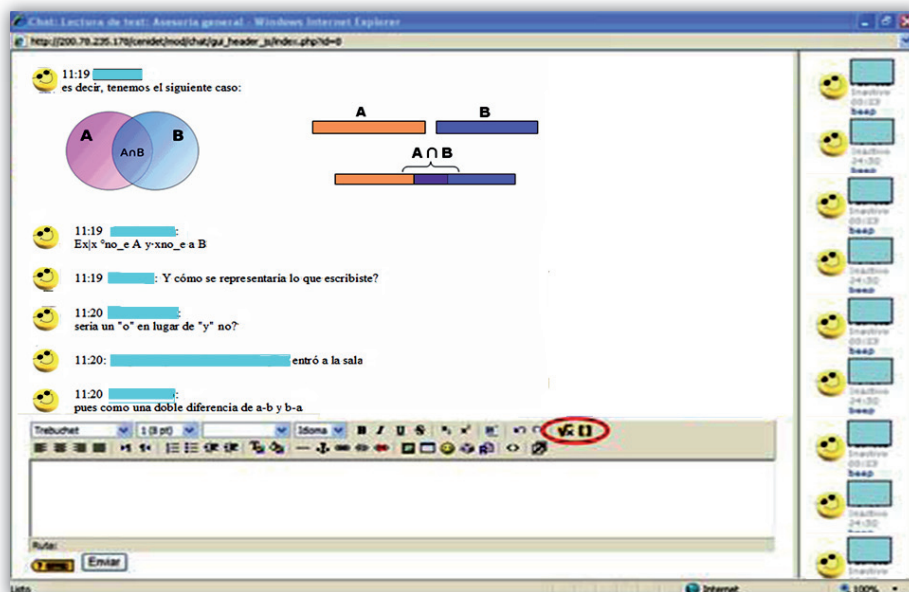


Figura 6: El uso de WIRIS para la representación gráfica en línea.

#### 4.4.3. Estructura del curso

El curso se prolongó durante cinco semanas, de julio a agosto de 2008. Un grupo de 18 estudiantes accedió voluntariamente a matricularse al curso de apoyo para el máster de Ciencias de la Computación en CENIDET. Los estudiantes eran ingenieros informáticos procedentes de varios estados de México. El tutor tenía experiencia en cursos convencionales sobre esta materia; además, estaba familiarizado con las herramientas tecnológicas básicas y había participado en el diseño del curso.



El curso estaba compuesto por cinco módulos (*Lógica y lenguaje matemático, Conjuntos, Relaciones, Funciones y Aplicaciones*), uno por semana. Los estudiantes trabajaron por parejas, siguiendo el modelo de EAE presentado previamente. Si seguían teniendo dudas tras la interacción con sus iguales, podían acceder al foro del grupo clase o al chat del grupo.

Al finalizar cada semana, los estudiantes llevaban a cabo una autoevaluación mediante un formulario de respuesta que les facilitaba el tutor como modelo de resolución. Los estudiantes tenían que comparar el modelo con sus propias respuestas para poder identificar desviaciones, fortalezas y debilidades. Esta autoevaluación no se calificaba. El tutor estaba disponible en sesiones semanales de dos horas para asesorar y clarificar dudas. Respondía e interactuaba con los alumnos tanto sincrónicamente (sala de chat con toda la clase) como asincrónicamente (foro con toda la clase). Se estableció un sistema estricto de turnos para facilitar la interacción sincrónica en la sala de chat de todo el grupo. Cada pareja de estudiantes interactuaba con el tutor en turnos de veinte minutos. Los demás participantes asistían a la sesión de chat como observadores y tenían la oportunidad de «escuchar» hasta el cambio de turno. Este diseño didáctico se presenta más detalladamente en una publicación anterior (Remesal, Juárez y Ramírez, 2011).

## 5. Resultados: evidencias del desarrollo de habilidades por medio del uso de bases orientadoras de la acción

Para evaluar el desarrollo de las habilidades de los estudiantes, llevamos a cabo un análisis interpretativo de los siguientes aspectos discursivos (Lacity y Janson, 1994; Willig, 2004):

1. Las respuestas a los ejercicios.
2. Las preguntas planteadas en el foro y el chat.
3. Los comentarios realizados en la interacción entre estudiantes.
4. Los resultados de la autoevaluación semanal.

A continuación presentamos los resultados específicos del análisis de los datos 1 a 3, con un propósito más ilustrativo que exhaustivo.

En la siguiente secuencia podemos observar un ejemplo del desarrollo de capacidades de una estudiante, es decir, su proceso de interiorización (los participantes se citan con pseudónimo). En primer lugar, podemos ver cómo Lois empieza el análisis indicando qué definición ha utilizado para las funciones inversas; luego plantea sus dudas respecto a la estructura lógica. Finalmente le explica a Mary cómo interpreta la definición matemática en lenguaje natural. Sus explicaciones y dudas muestran la adquisición de una aptitud para organizar definiciones según el modelo ejemplificado en la BOA. En esta interacción asincrónica, la respuesta de Mary muestra cómo analiza parcialmente la definición. Primero propone la definición en lenguaje natural y luego en lenguaje matemático. Mary ofrece más elementos sobre lo que considera la estructura lógica de la definición. Concluye comentando los tipos de propiedades que una función debe satisfacer para tener una función inversa. A pesar de su análisis, no está segura de la exactitud de la estructura lógica que propone:

[Foro para grupo reducido. Autora Lois. 08/02 08:59]

«Hola Mary<sup>1</sup>,

Cual definicion en lenguaje matematico usaste para la funcion inversa, yo use la siguiente pero no se cual sea su estructura lógica:

$$f^{-1}:B[A \mid x = f^{-1}(y),$$

lo que en lenguaje natural sería: una función inversa es cualquier regla o correspondencia que nos permita obtener los valores de

$$x \in A \text{ a partir de los valores de } y \in B$$

tienes alguna otra?»

[Foro para grupo reducido. Autora Mary. 08/02 11:27]

“¡Hola Lois! Buenos días,

Bueno pues a ver si te puedo ayudar vale...

Mira mi definicion en lenguaje natural me kedo asi...

Sea una función de A en B y B en A una función Inversa, si y solo si la función es Biyectiva, es decir la correspondencia de uno a uno y sobre del codominio.  $f \Leftrightarrow f^{-1}$  en lenguaje matematico...

Es una función inversa o invertible.

$$f = f^{-1} \text{ Si,}$$

$$f: A \rightarrow B \text{ y } f^{-1}: B \rightarrow A \text{ si,}$$

$$f: A \rightarrow B ( \forall x \exists y \wedge \forall y \exists x)$$

y en su estructura logica no esoy muy segura pero mira me keda..

$$P(x) \text{ ----> } Q(x) \text{ y } Q(x) \text{ ----> } P(x)$$

Bueno eso creo yo, mira por k leyendo la definicion es ke para que una funcion sea inversa, necesitas saber primero que sea una funcion, segundo si cuenta con las propiedades de inyectiva y sobreyectiva(biyectiva) para poder decir que  $f: A \rightarrow B \text{ y } f^{-1}: B \rightarrow A$ .

Bueno niña espero t haya ayudado y si no me dices y lo platicamos alo mejor stoy mal y asi nos sacamos las dudas vale...»

A través de la interacción entre iguales, compartiendo dudas y esforzándose conjuntamente para entender la BOA y manejar el contenido matemático en los múltiples espacios de comunicación del curso, los estudiantes demostraron interiorizar progresivamente estas habilidades. En los últimos módulos de este curso, la mayoría de alumnos generaron definiciones de acuerdo con la BOA a través de las siguientes acciones: primero, negando la función; segundo, traduciendo la función del lenguaje matemático al lenguaje natural y viceversa; tercero, representando las distintas formas de la función; y finalmente, representando la estructura lógica.

Por ejemplo, la siguiente intervención (figura 7) demuestra cómo Cinthya enuncia explícitamente la primera etapa de la BOA: «Primero está el análisis de las definiciones. Por favor, dime si voy bien». Algunas veces, el tutor intervenía activamente para recordar a los alumnos las acciones que estructuraban las BOA, orientándoles para conectarlas con el contenido. En la siguiente secuencia, por ejemplo, la estudiante muestra un primer reconocimiento de la estructura lógica de un enunciado. En consecuencia, el tutor interviene para recordarle una de las acciones de andamiaje relacionadas con la traducción de enunciados y el reconocimiento de su estructura lógica.

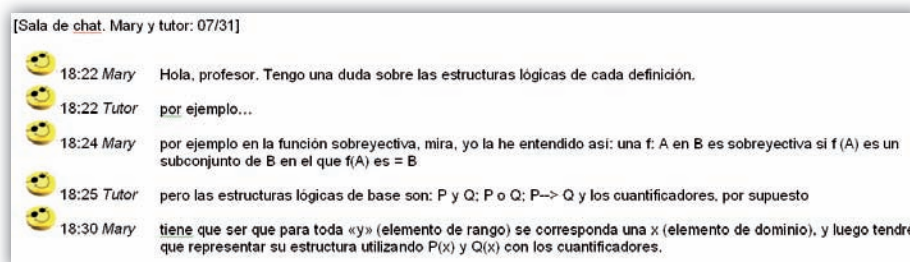


Figura 7: Ejemplo de las primeras etapas del uso de una BOA en una sesión de chat.

Después de las indicaciones del tutor respecto a las estructuras lógicas de base, Mary recuerda la necesidad de usar predicados y cuantificadores. No sólo el tutor ofrece retroalimentación y apoyo para resolver ejercicios; algunas veces, los demás estudiantes que participan en las sesiones de chat también contribuyen con su intervención.

Además del chat y de la interacción en el foro, los exámenes semanales que los estudiantes realizaban para cada unidad también daban cuenta del desarrollo de habilidades mediante el uso de la BOA. Por ejemplo, la figura 8 muestra parte de la respuesta de un estudiante a la primera pregunta del tercer examen. En este caso, empieza reescribiendo toda la BOA para el análisis de la definición. Luego resuelve el ejercicio por etapas.

La respuesta del estudiante muestra la primera etapa del análisis de la definición, expresada tanto en lenguaje natural como en lenguaje matemático. Inicia el análisis escribiendo las expresiones en ambos lenguajes en una tabla y concluye esta etapa proponiendo una forma distinta de expresar la definición en lenguaje natural y su correspondiente formalización en lenguaje matemático. El estudiante ha sido capaz de proponer su propia manera de describir el concepto de relación reflexiva y ha formalizado la definición en lenguaje matemático. Estas acciones demuestran de qué forma el estudiante utiliza la BOA y, por lo tanto, dan testimonio de su habilidad para traducir una frase expresada en lenguaje natural al lenguaje matemático.

**Análisis de la definición: relación reflexiva**

**SAGS**  
**Equipo Lambda**

Para analizar la definición deben seguirse siete pasos:

- a) Distinguir entre la definición expresada en lenguaje natural y su expresión en lenguaje matemático.
- b) Identificar la entidad o entidades matemáticas contenidas en la definición.
- c) Analizar varias representaciones de la definición.
- d) Dar ejemplos de situaciones en que la definición o bien se cumple o no se cumple.
- e) Identificar la estructura lógica de la definición
- f) Establecer la negación de la definición.
- g) Encontrar equivalencias lógicas de la definición.

a) Distinguir entre la definición expresada en lenguaje natural y su expresión en lenguaje matemático.

Definición en lenguaje natural	Definición en lenguaje matemático
*La relación R es reflexiva si todo elemento del conjunto A está relacionado consigo mismo. *Una relación <b>R</b> en un conjunto <b>A</b> es reflexiva si todo elemento de <b>A</b> se relaciona consigo mismo.	Supongamos que A sea un conjunto no vacío. Supongamos que R sea una relación en A. R es reflexivo si y sólo si ..... $\forall x(x \in A \Rightarrow xRx)$ .....

Para completar este paso, debemos pensar en otras formas de señalar que una relación es reflexiva y expresarlo en lenguaje matemático.

**«R es una relación reflexiva en A si y sólo si todos los elementos de A están relacionados consigo mismos a través de R»**

RR= es el conjunto de relaciones reflexivas en A  
 R= una relación  
 $R \in RR \Leftrightarrow \forall x(x \in A \Rightarrow xRx)$  ..... ..

Figura 8: Uso de la BOA para analizar una definición.

## 6. Conclusiones: evaluación del diseño del curso

En las últimas décadas se ha confirmado la necesidad de realizar cursos de apoyo (propedéuticos, o preparatorios) para promover la efectiva participación de los estudiantes mexicanos en el programa de máster del CENIDET (Ramírez, 1996; 2005). En la educación presencial, el desarrollo de habilidades matemáticas es una tarea compleja tanto para los profesores como para los alumnos. En consecuencia, ofrecer estos cursos en el contexto virtual es, de por sí, una empresa arriesgada. En concreto, el diseño didáctico y su implementación en un SGA constituyen un reto de primer orden para el profesorado de educación superior. En este curso, el diseño tecnopedagógico permitió anticipar la interacción de los participantes en el sistema, promoviendo la interacción sincrónica y asincrónica entre estudiantes seguida de una interacción sincrónica altamente estructurada entre el grupo y el tutor. Por un lado, desde el punto de vista pedagógico, esto fue posible gracias al modelo de EAE. Por el otro, a nivel tecnológico, estuvo facilitado por la flexibilidad del SGA y la incorporación de la aplicación WIRIS.

Sin embargo, lo más importante es que el diseño didáctico en línea presentado en este artículo sugiere fuertemente que la segunda generación de la TA ofrece elementos teóricos útiles para promover el desarrollo de habilidades mediante herramientas virtuales. A partir de la TA fue posible definir los objetivos del curso en cuanto a aptitudes, conocimientos y condiciones de acceso. Esto, a su vez, permitió centrarse en el desarrollo de habilidades, utilizando el contenido matemático como medio, en contraste con los planteamientos tradicionales de enseñanza de las matemáticas que suelen orientarse a la presentación de contenidos.

En trabajos anteriores hemos documentado la valoración positiva del curso por parte de los participantes (Remesal, 2008). Tras analizar las interacciones de los participantes en la plataforma virtual en relación con los ejercicios de traducción realizados tras haber facilitado las BOA, valoramos positivamente el diseño del curso respecto a tres importantes aspectos docentes. En primer lugar, en cuanto a la secuencia de contenido, el hecho de empezar con el dominio del lenguaje lógico y avanzar hacia la comprensión de textos matemáticos semiformalizados parece una estrategia muy apropiada para facilitar el desarrollo de las habilidades requeridas. En segundo lugar, la estructura y las normas de interacción tuvieron tres efectos positivos: (1) permitieron la resolución de ejercicios; (2) impulsaron la apropiación de contenido y el desarrollo de habilidades; y (3) fomentaron las relaciones sociales entre parejas de estudiantes físicamente distanciados. Y en tercer lugar, la incorporación de un software específico (WIRIS) ayudó a los participantes a superar dificultades para manejar expresiones lógico-matemáticas y pictográficas en la comunicación virtual escrita.

Sin embargo, la duración insuficiente del curso plantea una evidente limitación al pleno desarrollo de las habilidades previstas, ya que el desarrollo de éstas requiere una práctica gradual; de hecho, cinco semanas es un período de tiempo demasiado breve. En futuras ediciones de este curso, debería considerarse una mayor duración (hasta ocho semanas). Además, estamos estudiando tres posibles direcciones para las próximas etapas docentes y de investigación. Primero, es preciso realizar un estudio longitudinal para identificar cómo los alumnos utilizan la BOA para analizar las definiciones en el máster de Ciencias de la Computación después del curso propedéutico. Este proyecto longitudinal permitirá valorar la eficacia del curso preparatorio. Segundo, nuestra pretensión es ampliar el curso preparatorio a otros temas relacionados, como la lógica modal y la lógica dinámica, del programa de máster. Finalmente, en las próximas ediciones del curso se añadirán herramientas de audio y videoconferencia para determinar si su uso mejora la interacción entre los participantes.

## Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por una beca CUDI/CONACYT I0101/131/07 C-229-07.

La Dra. Ana Remesal es miembro del Grupo de investigación sobre desarrollo, interacción y comunicación en contextos educativos, financiado por la Generalitat de Catalunya desde 1995 (2009 SGR 933).

## Nota

El idioma original de las interacciones de los alumnos es castellano en su variante mexicana. Los extractos se presentan en su forma original. Se mantienen los nombres anonimizados.

## Bibliografía

- ANTONINI, S. (2001). «Negation in mathematics: obstacles emerging from an exploratory study». *Proceedings of the 25<sup>th</sup> PME Conference*. Universitat d'Utrecht. Págs. 49-56.
- BARKER-PLUMMER, D.; COX, R.; DALE, R.; ETCHMENDY, J. (2008). «An empirical study of errors in translating natural language into logic». *Proceedings of the 30<sup>th</sup> Annual Meeting of the Cognitive Science Society/CogSci*. Págs. 505-510.
- BOCA, P.; BOWEN, J. P.; DUCE, A. (eds.) (2006). *Teaching Formal Methods: Practice and Experience*. Electronic Workshops in Computing (eWiC) series. Londres: BCS London Office.
- DURAND-GUERRIER, V. (2003). «Which notion of implication is the right one? From logical considerations to a didactic perspective». *Educational Studies in Mathematics*. Vol. 53, pàgs. 5-34.
- DURAND-GUERRIER, V.; BEN-KILANI, I. (2004). «Négation grammaticale versus négation logique dans l'apprentissage des mathématiques. Exemple dans l'enseignement secondaire Tunisien». *Les Cahiers du Français Contemporain*. Vol. 9, pàgs. 29-55.
- ENGESTRÖM, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy.
- ENGESTRÖM, Y. (2000). «Activity theory and the social construction of knowledge: A story of four umpires». *Organization*. Vol. 7, nº 2, pàgs. 301-310.
- GALPERIN, Y. (1969). «Stages in the development of mental acts». En: M. COLE, I. MALTZMAN (eds.). *A handbook of contemporary Soviet psychology*. Nueva York: Basic Books. Págs. 249-273.
- JUAN, A. A.; HUERTAS, A.; STEEGMANN, C.; CORCOLES, C.; SERRAT, C. (2008). «Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 39, nº 4, pàgs. 455-471.
- JUÁREZ, M.; RAMÍREZ, J. L. (2010). «Colaborar para aprender y enseñar matemáticas online». *Didac*. Nº 56-57, pàgs. 71-75.
- JUNGK, W. (1981). *Conferencias sobre la enseñanza de la matemática*. La Habana: Ministerio de Educación.
- LAVE, J.; WENGER, E. (1991). *Situated Learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LACITY, M. C.; JANSON, M. A. (1994). «Understanding qualitative data. A framework for text analysis methods». *Journal of Management Information Systems*. Vol. 11, nº 2, pàgs. 137-155.
- LEONTIEV, A. N. (1984). *Actividad, Conciencia y Personalidad*. México: Cartago.
- MAURI, T.; COLOMINA, R.; DE GISPERT, I. (2009). «Diseño de propuestas docentes con TIC en la enseñanza superior: nuevos retos y principios de calidad desde una perspectiva socioconstructivista». *Revista de Educación*. Vol. 348, pàgs. 377-399.

- MERISOTIS, J. P.; PHIPPS, R. A. (2000). «Remedial education in colleges and universities. What's really going on?» *The Review of Higher Education*. Vol. 4, nº 1, págs. 67-85.
- MEYER, A.; RUBINFELD, R. (2005). *Mathematics for computer science* [notas del curso]. MITOPENCOURSEWARE. Massachusetts Institute of Technology.  
<<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-042JFall-2005/CourseHome/index.htm>>
- RAMÍREZ, J. L. (1996). *Reporte del proyecto: «Estructuración de una metodología para la enseñanza de las matemáticas discretas para la maestría en ciencias de la computación en el CENIDET»* [informe interno, notas del curso]. CENIDET. Departamento de Desarrollo Académico.
- RAMÍREZ, J. L. (2005). *Reporte del proyecto: «Identificación de dificultades en los cursos de matemáticas de los programas de maestría del CENIDET»* [informe interno]. CENIDET. Departamento de Desarrollo Académico.
- REMESAL, A. (2008). *Lectura de textos semi-formalizados de matemáticas para computación. Informe técnico de evaluación* [informe interno]. CENIDET/Universidad de Barcelona.
- REMESAL, A.; JUÁREZ, M.; RAMÍREZ, J. L. (2011). «Technopedagogical design versus reality in an inter-institutional online remedial course» [artículo en línea]. *EARLI 2011 Education for a Global Networked Society*.  
<<http://aremor.wordpress.com/publications-2/>>
- SAMARAS, A. P.; GISMONDI, S. (1998). «Scaffolds in the field: Vygotskian interpretation in a teacher education program». *Teaching and Teacher Education*. Vol. 14, nº 7, págs. 715-733.
- SELDEN, A.; SELDEN, J. (1996). «The role of logic in the validation of mathematical proofs». *Proceedings of The DIMACS Symposium on Teaching Logic and Reasoning in an Illogical World*. Rutgers University.
- SLAVIN, R. E. (1994). *Cooperative Learning. Theory, Research, and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- SMITH, G. G.; FERGUSON, D.; GUPTA, S. (2004). «Diagrams and math notation in e-learning: Growing pains of a new generation». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 35, nº 1, págs. 681-695.
- SUTNER, K. (2005). *CDM: Teaching discrete mathematics to computer science majors*. Carnegie Mellon University.  
<<http://www.cs.cmu.edu/~esutner/papers/jeric.pdf>>
- TALLIZINA, N. F. (1988). *Los fundamentos de la educación superior*. México: UAM-Ángeles Editores.
- VALVERDE, L. (1990). *Un método para contribuir a desarrollar la habilidad fundamental-demostrar una proposición matemática* [tesis doctoral no publicada]. Universidad de la Habana.
- VYGOTSKY, L. S. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.
- WILLIG, C. (2004). *Introducing qualitative research in psychology. Adventures in theory and method*. Fildelfia: Open University Press.

## Sobre los autores

*José Luis Ramírez*

jlram@cenidet.edu.mx

CENIDET (México)

José Luis Ramírez Alcántara es licenciado en Matemática Educativa por la Universidad Autónoma de Guerrero, México. Obtuvo el grado de Maestría en Matemática Educativa en el CINVESTAV, México, y actualmente realiza estudios de doctorado de Didáctica de las Matemáticas en la Universidad Autónoma de Barcelona. Durante 15 años ha impartido cursos de matemáticas, investigación educativa y metodología de la enseñanza de las matemáticas en programas de licenciatura y maestría. En el CENIDET ha colaborado con el Departamento de Ciencias Computacionales impartiendo los cursos de Matemáticas discretas (MD) y Teoría de la computación. Actualmente trabaja en la línea de investigación *Procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación superior en entornos virtuales: e-learning y b-learning*.

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)

Interior Internado Palmira S/N

Col. Palmira Cuernavaca, Morelos. D.R.

C.P. 62490

México

*Manuel Juárez*

juarezmanuel@cenidet.edu.mx

CENIDET (México)

Manuel Juárez es licenciado en Psicología, maestro en computación y doctor en Ciencias de la Educación por el Departamento de Investigaciones Educativas del CINVESTAV – IPN de México. Su tesis de doctorado versa sobre la utilización del CSCL en procesos de enseñanza de las ciencias a distancia. En el CENIDET ha desarrollado proyectos relacionados con la enseñanza de las matemáticas en línea, en programas de actualización docente en el área de las matemáticas y en el uso de las TIC para la enseñanza en ingeniería. Es miembro de la Red TIC del CONACYT y actualmente trabaja en la línea de investigación *Procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación superior en entornos virtuales: e-learning y b-learning*.

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)

Interior Internado Palmira S/N

Col. Palmira Cuernavaca, Morelos. D.R.

C.P. 62490

México



Ana Remesal

aremesal@ub.edu

Universidad de Barcelona

Ana Remesal es licenciada en Psicopedagogía y doctora en Psicología de la Educación por la Universidad de Barcelona. Defendió su tesis en el ámbito de la evaluación del aprendizaje matemático en las etapas obligatorias de la educación. Es miembro del grupo GRINTIE, dirigido por el doctor César Coll. En el seno de este grupo ha participado en diferentes proyectos de investigación y de innovación docente relacionados con las nuevas tecnologías, y particularmente con el aprendizaje colaborativo apoyado por contextos virtuales. Ha colaborado en diversos cursos del CENIDET como auditora-asesora. A día de hoy, imparte docencia en la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Barcelona.

Universidad de Barcelona

Facultad de Formación del Profesorado

Passeig de la Vall d'Hebron, 171

08035 Barcelona

España

<http://www.psyed.edu.es/grintie/>



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

**Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»****ARTÍCULO**

# Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics

**Maria Meletiou-Mavrotheris**

m.mavrotheris@euc.ac.cy

Profesora asociada del Departamento de Ciencias de la Educación,  
Universidad Europea de Chipre**Ana Serradó Bayés**

ana.serrado@gm.uca.es

Profesora de educación secundaria, formadora de profesorado en ejercicio,  
La Salle-Buen ConsejoFecha de presentación: julio de 2011  
Fecha de aceptación: noviembre de 2011  
Fecha de publicación: enero de 2012**Cita recomendada**

MELETIOU-MAVROTHERIS, Maria; SERRADÓ, Ana (2012). «Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 150-165 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-meletiou-serrado/v9n1-meletiou-serrado>>

ISSN 1698-580X

## Resumen

Las potencialidades que ofrecen las modernas tecnologías de internet brindan nuevas oportunidades a la formación inicial y permanente del profesorado de matemáticas, que permiten superar las limitaciones impuestas por recursos cada vez más escasos y por la ubicación geográfica, y que para este colectivo geográficamente disperso significan el acceso a un aprendizaje de calidad, económico y compatible con el resto de actividades. Este artículo se centra en cómo aprovechar eficazmente las herramientas de comunicación e información disponibles en línea para mejorar la calidad y la eficiencia de la formación del profesorado en la educación de estadística. En primer lugar, describimos los principales problemas y retos pedagógicos de la educación a distancia en general, y de la formación de profesorado en línea en particular. A continuación, ofrecemos una visión general de EarlyStatistics, un curso virtual de desarrollo profesional para la educación estadística dirigido al profesorado de educación primaria y primeros cursos de secundaria (de 6 a 14 años), y las principales conclusiones derivadas de la edición piloto del curso. Concluyen el artículo algunas sugerencias educativas.

## Palabras clave

enseñanza de estadística, aprendizaje virtual, aprendizaje mixto, formación del profesorado

## *Distance Training of Mathematics Teachers: The EarlyStatistics Experience*

### *Abstract*

*The affordances offered by modern Internet technologies provide new opportunities for the pre-service and in-service training of mathematics teachers, making it possible to overcome the restrictions of shrinking resources and geographical locations, and to offer, in a cost-effective and non-disruptive way, high-quality learning experiences to geographically dispersed teachers. This article focuses on how information and communication tools made available online could be exploited effectively to help improve the quality and efficiency of teacher training in statistics education. First, it describes the main pedagogical issues and challenges underlying distance education in general, and online teacher training in particular. Then, it provides an overview of EarlyStatistics, an online professional development course in statistics education targeting European elementary and middle school teachers, and the main lessons learned from the pilot delivery of it. The article concludes with some instructional implications.*

### *Keywords*

*statistics education, e-learning, blended learning, teacher training*

## 1. Introducción

En los últimos años se ha reconocido que para una formación más efectiva del profesorado de matemáticas en cuanto a la consecución de verdaderos cambios en la práctica de aula es necesario fomentar oportunidades de desarrollo profesional y continuado, que se acumulen y se mantengan a lo largo de toda la trayectoria profesional de los docentes (Joubert, 2009). Las dificultades de orden económico y logístico que entraña la formación presencial del profesorado, así como la necesidad de un desarrollo profesional adaptable a los complicados horarios de los profesores y que a veces

recurre a potentes recursos a menudo no disponibles localmente han impulsado la creación de programas de desarrollo profesional en línea para docentes (Dede, 2006).

En este artículo se analizan las posibilidades que ofrecen las herramientas de información y comunicación que las modernas tecnologías de internet ponen a nuestro alcance para mejorar la calidad de la formación inicial y permanente del profesorado en enseñanza de estadística. En primer lugar, describimos los principales problemas y retos pedagógicos de la educación a distancia en general, y de la formación de profesorado en línea en particular. A continuación, ofrecemos una visión general de EarlyStatistics, programa financiado por la Unión Europea que utiliza la educación a distancia para la formación de profesores en educación estadística. Concluyen el artículo algunas implicaciones para la formación de profesores a distancia.

## 2. Educación a distancia: principales perspectivas y retos pedagógicos

Las instituciones educativas de todos los niveles, incluso las más destacadas universidades dedicadas a la investigación, se muestran cada vez más implicadas en las iniciativas de educación a distancia. Aumenta la oferta de cursos virtuales de una gran variedad de disciplinas, incluidas las matemáticas y la estadística, y probablemente seguirá en aumento debido a un acceso a internet cada vez mayor y a la importancia que está adquiriendo actualmente el aprendizaje permanente.

En la literatura especializada se han descrito varias de las ventajas de la educación a distancia. Esta ofrece flexibilidad y adaptabilidad, pues permite a sus usuarios decidir dónde y a qué ritmo quieren estudiar, cuánto tiempo van a dedicar a los estudios y el contenido de estos. Por otra parte, la opción de estudiar a distancia da al alumnado la oportunidad de participar en cursos impartidos por destacados expertos en su campo de estudio (Evans, 2007). Además, desde el punto de vista de la educación estadística, la formación en la Red crea oportunidades únicas para enriquecer la docencia de esta materia. Internet ofrece una amplia variedad de herramientas y recursos que pueden utilizarse para entender mejor los conceptos estadísticos. Por ejemplo, las miniaplicaciones Java interactivas y los experimentos en laboratorios virtuales de estadística permiten visualizar las ideas estadísticas y las simulaciones prácticas con un gran potencial pedagógico (Vermeire, 2002). Varios profesores de estadística hacen referencia al uso de herramientas y recursos tecnológicos en sus cursos en línea (Everson, 2008).

A pesar de las indiscutibles ventajas de los programas en línea y de la proliferación que han experimentado en los últimos años, su calidad sigue cuestionándose, ya que según las investigaciones la efectividad de la educación a distancia es variable e irregular (Evans, 2007). Aunque la mayoría de los estudios indican que quienes participan en cursos con algún componente en línea presentan niveles de rendimiento y satisfacción parecidos a los de quienes participan en cursos presenciales tradicionales (Dutton, 2005), cada vez son más las pruebas que demuestran que muchos cursos de aprendizaje a distancia basados en internet no responden a las expectativas.

En los primeros intentos de enseñanza a través de internet se daba por supuesto que bastaba una página atractiva con algunas aplicaciones en línea y multimedia interesantes para que se produjera

el aprendizaje. Hoy sabemos que los buenos resultados de un curso de aprendizaje a distancia dependen de múltiples factores. Algunos elementos que integran el diseño de un curso basado en la Red –el contenido y la estructura del curso, la presentación de los materiales en línea y el grado de interacción entre profesores y alumnos, así como entre los propios alumnos– son importantes factores que influyen en el aprendizaje y la actitud de los estudiantes (Tudor, 2006). Otro criterio importante para evaluar los buenos resultados de una formación estadística en línea es la medida en que la enseñanza permite a los alumnos experimentar la práctica de la estadística y utilizar herramientas estadísticas en los problemas de la vida real (Vermeire, 2002).

Aparte de los problemas y consideraciones generales relativos a la enseñanza de estadística a distancia, la formación a distancia para el profesorado de dicha materia plantea algunos problemas específicos. Por ejemplo, uno de los principales problemas a los que se enfrentan los responsables de desarrollar programas en línea para la formación del profesorado es cómo aprovechar mejor la gran variedad de herramientas y tecnologías actuales de las redes sociales para fomentar la creación de comunidades de docentes en línea en tanto que vehículos para el aprendizaje y el desarrollo del profesorado. Las investigaciones en este terreno indican que las comunidades de práctica en línea son un modelo muy prometedor para la formación tanto inicial como permanente del profesorado en matemáticas (por ejemplo: Cady, 2009). El potencial de estas comunidades para ayudar al desarrollo profesional del profesorado es enorme puesto que sitúa a los educadores en el centro de su aprendizaje, lo cual estimula su independencia y el aprendizaje autodirigido. Las comunidades de práctica en línea no solo facilitan la comunicación sino también el descubrimiento, la configuración y la compartición de conocimientos colaborativamente. Al mismo tiempo las actuales investigaciones destacan varias de las dificultades que plantean la construcción y el mantenimiento de comunidades en línea para el aprendizaje profesional compartido.

A pesar del entusiasmo y el ánimo que suelen mostrar los participantes en una primera fase, muchas comunidades de práctica en línea no llegan a prosperar (Riverin, 2007). Zhao (2001), por ejemplo, después de revisar 28 estudios, informaron de que eran pocas las pruebas concluyentes que demostraran el uso eficaz de las comunidades de reflexión en línea. Otros estudios (McGraw, 2007) indican que hay varios aspectos que casi siempre son un obstáculo para la creación de comunidades entre los profesores participantes y para su mantenimiento, como barreras al acceso, usabilidad, sociabilidad, falta de tiempo para participar en los debates en línea y el idioma. Si bien en la literatura especializada está bien documentado que, en educación estadística, el debate y un aprendizaje activo en la clase de estadística pueden ayudar a los alumnos a aprender a pensar y a razonar mejor sobre los conceptos estadísticos, se ha demostrado que incorporar estos importantes elementos de aprendizaje a los cursos en línea es complicado (Everson, 2008).

Gould (2005), tras la primera edición de INSPIRE, un curso a distancia de desarrollo profesional dirigido a nuevos profesores de estadística de educación secundaria de Estados Unidos, uno de cuyos principales objetivos era la construcción de una comunidad, sufrieron una decepción al comprobar que el nivel de interacción entre los alumnos del curso era mucho menor de lo que esperaban. Otro programa que ha obtenido mejores resultados, uno de cuyos objetivos es también construir una comunidad para la formación a distancia de profesores de estadística, es el llamado

*Becoming a Teacher of Statistics* (Convertirse en profesor de estadística). Se trata de un curso en línea dirigido a graduados y ofrecido por la Universidad de Minnesota que prepara para introducción a la estadística, materia que se imparte en educación secundaria y universitaria (Garfield, 2009). Este curso, que al principio fue presencial, más adelante se convirtió en un curso en línea para que fuera accesible a una gama más amplia de profesores, antes de empezar a ejercer como docentes y durante el ejercicio de la docencia. La primera edición del curso en línea se impartió en la primavera de 2008 y obtuvo resultados muy prometedores. La evaluación del curso también indicó unos buenos resultados, y la experiencia del alumnado participante fue paralela a la obtenida en las clases presenciales.

### 3. Experiencias de formación del profesorado a distancia en Europa

En la sociedad moderna basada en la información los conceptos estadísticos ocupan un lugar cada vez más importante en los programas de matemáticas europeos. Sin embargo, esta materia se ha introducido en los programas de matemáticas corrientes sin que se haya prestado la suficiente atención al desarrollo profesional de los docentes que la impartirán. Está ampliamente demostrado que muchos profesores, tanto antes de ejercer como en activo, presentan una comprensión de los conceptos estadísticos escasa y una preparación insuficiente para transmitirlos (por ejemplo: Espinel, 2008).

En este apartado presentamos una breve descripción de las principales experiencias derivadas de la implantación del programa EarlyStatistics, financiado por la Unión Europea: *Enhancing the Teaching and Learning of Early Statistical Reasoning in European Schools* (226573-CP-1-2005-1-CY-COMENIUS-C21). EarlyStatistics ha aprovechado las potencialidades de las tecnologías del aprendizaje abierto y a distancia para mejorar la calidad de la enseñanza de estadística en las escuelas europeas. El consorcio del proyecto, integrado por cinco instituciones de educación superior en cuatro países (Chipre, Grecia, Noruega y España), creó el curso, impartió una edición piloto y lo está ofreciendo actualmente. Se trata de un curso de desarrollo profesional en línea dirigido a profesores de matemáticas de enseñanza primaria y primeros cursos de secundaria (de 6 a 16 años) de Europa, y es el primero de este tipo que se imparte en Europa. Su objetivo es ayudar al profesorado a mejorar sus conocimientos de estadística, tanto pedagógicos como de contenido, mediante la exposición a metodologías y recursos de aprendizaje innovadores, y el intercambio transcultural de experiencias e ideas.

Antes de ofrecer EarlyStatistics a la comunidad educativa europea, se realizó una prueba piloto del curso y de los recursos que lo acompañan en tres de los países participantes en el proyecto (Chipre, Grecia y España). Participaron en el curso piloto catorce profesores. Para evaluar la aplicabilidad y el éxito del curso también se realizó un seguimiento de la experimentación en el aula. Los profesores participantes en la prueba desarrollaron y aportaron experiencias docentes propias en las que habían utilizado herramientas y recursos que se les proporcionaron en el curso. La revisión del curso se basó en los informes recibidos sobre el curso piloto, y tras la revisión el curso se incorporó a la base de

datos del programa *Lifelong Learning Training* de la Unión Europea para ser ofrecido en toda Europa. Actualmente EarlyStatistics se ofrece a la comunidad educativa europea dentro del programa Comenius como curso de formación permanente dirigido a profesores de matemáticas de enseñanza primaria y primeros cursos de secundaria (de 6 a 14 años). El curso ya ha tenido dos ediciones. El consorcio prevé continuar ofreciéndolo en los próximos años, y facilitar así el acceso al curso a un mayor número de profesores de matemáticas que dan clases de estadística.

A continuación presentamos una visión general del diseño de EarlyStatistics y un resumen de los principales descubrimientos derivados de la impartición del curso piloto.

## Diseño del curso EarlyStatistics

### Contenido y estructura del curso

El diseño de EarlyStatistics se basa en el aprendizaje participativo y colaborativo. Los profesores mejoran y enriquecen sus conocimientos sobre estadística y su enseñanza mediante prácticas activas en el ordenador, experimentación, uso intensivo de simulaciones y visualizaciones, retroalimentación entre alumnos y reflexión. Al ser profesores en ejercicio pueden aplicar lo que aprenden en sus aulas reales respectivas.

La duración de EarlyStatistics es de 13 semanas y consta de seis módulos. El objetivo de los módulos 1 a 3 (semanas 1 a 6) es aumentar los conocimientos estadísticos de los participantes y mejorar los aspectos pedagógicos de la materia. Para ello se expone al alumnado a situaciones de aprendizaje, tecnologías y programas parecidos a los que utilizarían en sus propias aulas. Para estructurar la presentación de los contenidos se ha utilizado el «Framework for Teaching Statistics within the K-12 Mathematics Curriculum» (Franklin, 2007). La estadística se presenta como un proceso de investigación en el que intervienen cuatro componentes: (i) aclaración del problema planteado y formulación de preguntas que pueden responderse con datos; (ii) diseño y uso de un plan para recoger los datos pertinentes; (iii) selección de métodos gráficos o numéricos apropiados para analizar los datos; (iv) interpretación de los resultados. Para ayudar a los profesores a ir más allá de la memoria procedimental y adquirir un cuerpo de conocimientos bien organizado, el curso hace hincapié e insiste en una serie de ideas estadísticas fundamentales. A través de su participación en actividades educativas reales como proyectos, experimentos, exploraciones informáticas con datos reales y ficticios, trabajo en grupo y debates, los participantes aprenden dónde y cómo aplicar las «grandes ideas» estadísticas, y desarrollan una serie de metodologías y recursos para que su enseñanza sea eficaz.

En los módulos 4 a 6 (semanas 7 a 13) el centro de interés es la implementación en el aula. Los profesores personalizan y amplían los materiales que se les han proporcionado, y los aplican en sus propias aulas con la ayuda del equipo de diseño. Una vez concluida su experimentación docente, informan sobre su experiencia a los demás profesores del grupo, y también aportan secuencias grabadas en vídeo y ejemplos de las tareas que han realizado sus alumnos en tanto que objetos de reflexión y evaluación del grupo.

Cada módulo incluye una serie de actividades, lecturas y contribuciones al debate así como la realización de tareas en grupo y/o individuales. Tanto los debates como las tareas se estructuran de

forma que se establezcan explícitamente vínculos entre la teoría y la práctica. Los temas de reflexión crean situaciones para que los profesores participantes examinen la materia desde un punto de vista crítico y para que establezcan nuevas conexiones entre la teoría y sus experiencias personales y profesionales. El ejercicio titulado «Encuesta sobre la marihuana» que se presenta en la figura 1, extraído de Watson (2010), es representativo del tipo de actividades que los profesores llevan a cabo durante el curso.

Lee atentamente el ejercicio siguiente:

### Encuesta sobre la despenalización del uso de drogas

Cerca de un 96 por ciento de las llamadas telefónicas recibidas en la emisora joven Triple J dicen que la marihuana debería ser despenalizada en Australia.

Según los resultados de la encuesta telefónica realizada entre los oyentes, que finalizó ayer, 9.924 llamadas –de las más de 10.000 recibidas– se pronunciaban a favor de la despenalización, de acuerdo con fuentes de la emisora.

Solo 389 llamadas decían que poseer drogas tenía que seguir considerándose un delito.

Según afirmaron fuentes de Triple J, muchos de los participantes en la encuesta remarcaron que aunque no fumaban marihuana creían que debía despenalizarse su uso.

*¿Creéis que la muestra presentada es una forma fiable de buscar apoyo público para la despenalización de la marihuana? ¿Por qué sí o por qué no?*

1. ¿Cuáles son las grandes ideas estadísticas de este problema?
2. ¿Puedes poner un ejemplo de una respuesta correcta y de una respuesta incorrecta que podrían dar tus alumnos?
3. ¿Qué oportunidades te ofrece este problema en relación con la enseñanza de estadística?
4. Un alumno dio esta respuesta: «Sí, porque 10.000 personas son suficientes para obtener una media precisa del punto de vista de la gente» ¿Cómo lo harías para conseguir que este alumno avanzara en su razonamiento?
5. Un estudiante dio esta respuesta: «No, porque en Australia no vota todo el mundo». ¿Cómo lo harías para conseguir que este alumno avanzara en su razonamiento?
6. Un estudiante dio esta respuesta: «No, porque algunas personas puede que mientan». ¿Cómo lo harías para conseguir que este alumno avanzara en su razonamiento?

Figura 1: Encuesta sobre la marihuana (Watson, 2010)



Las actividades que se desarrollan en el curso dan lugar a una reflexión crítica sobre la práctica pedagógica y la interacción productiva entre los participantes del curso. Miembros del consorcio de EarlyStatistics con experiencia en la enseñanza de estadística ayudan a lograr una experiencia de aprendizaje más profunda dirigiendo los debates, estimulando a los participantes para que su implicación sea plena y atenta y dándoles *feedback*.

## Opciones multimedia y tecnológicas

El método de aprendizaje utilizado en el curso piloto de EarlyStatistics es mixto. Al principio del curso se organiza una reunión presencial a la que asisten todos los participantes. Profesores de toda Europa se reúnen para asistir a un seminario de una semana de duración (pueden pagar su coste solicitando una ayuda económica para formación permanente). Primero se presenta a los participantes los objetivos y el marco pedagógico del curso. A continuación se les familiariza con las prestaciones del entorno de aprendizaje electrónico y, lo que es más importante, tienen la oportunidad de conocerse y relacionarse.

El resto del curso se imparte en línea con el apoyo de textos, ilustraciones, animaciones, audios, vídeos y actividades de resolución de problemas interactivas y basadas en diferentes tecnologías. La finalidad del contenido y los servicios educativos de la base de información del proyecto es docente, de apoyo y de coordinación. Además del contenido del curso, la página <http://www.earlystatistics.net/> ofrece acceso a otros enlaces y recursos:

- *Materiales educativos basados en diferentes tecnologías* para la docencia y el aprendizaje de estadística.
- *Una colección de vídeos digitales de casos* cuyo contenido son episodios de enseñanza reales, obtenidos en las aulas de los profesores que participan en el curso piloto.
- *Una base de datos que contiene muestras de tareas realizadas por estudiantes* desarrollada a partir de las contribuciones de los profesores participantes.
- *Herramientas de colaboración* para el dialogo y el apoyo entre los profesionales: correo electrónico, teleconferencias, chats, fórums de debate, wikis, etc.
- *Archivos de debates en fórums.*
- *Informes y artículos derivados del proyecto.*
- *Enlaces a recursos de enseñanza de estadística* disponibles en internet.
- *Interfaces multilingües* (inglés, griego y español) para superar parcialmente las barreras lingüísticas.

Para poder ofrecer flexibilidad a los profesores y teniendo en cuenta las diferentes zonas horarias, la mayor parte del curso se imparte asincrónicamente. También hay una parte de comunicación síncrona en la cual se utilizan diferentes tecnologías como audios y videos en tiempo real y videoconferencias.

Una parte fundamental del diseño del curso es la integración funcional de la tecnología y las ideas centrales del currículo, y en concreto la integración de software educativo de estadística (programas dinámicos como Tinkerplots© y Fathom©) y de una serie de actividades y recursos en línea

(simulaciones, animaciones, videoclips, etc.). La finalidad de estos últimos es estimular e involucrar a los profesores además de brindarles la oportunidad de configurar e investigar problemas del mundo real relacionados con la estadística.

## Evaluación de EarlyStatistics

Una parte integral del diseño del proyecto de EarlyStatistics fue la evaluación. El proceso evaluativo se efectuó en todas y cada una de las fases del desarrollo del proyecto para garantizar que todas las actividades clave se realizaran puntualmente y con eficacia, y para identificar en el momento oportuno todas las revisiones o mejoras necesarias de las metodologías, de los productos y de los resultados del proyecto. Se utilizaron para ello herramientas, protocolos y servicios de evaluación formativos y sumativos, y se llevó a cabo internamente y externamente. La principal evaluación externa se realizó durante la impartición del curso piloto y el seguimiento de la experimentación en el aula. Se utilizaron muchas formas de evaluación para poder recoger y documentar los cambios que se producían en los conocimientos estadísticos del profesorado, tanto en el aspecto docente como de contenido, en su actitud respecto a la materia y en sus prácticas docentes como resultado de su participación en el curso: cuestionarios previos y posteriores al curso, grabación de videos en las aulas, entrevistas entre alumnos y profesores, muestras de trabajos de alumnos y uso de estadísticas generadas automáticamente por la base de datos en línea.

La información proporcionada por los grupos de usuarios de todos los países participantes en el curso piloto de EarlyStatistics, así como la información procedente de expertos externos en enseñanza de estadística sobre el contenido, los servicios y la aproximación didáctica del curso fue en general muy positiva. Las conclusiones fundamentales derivadas del análisis de la respuesta de los usuarios fueron que EarlyStatistics es muy útil como ayuda a los profesores para mejorar sus conocimientos estadísticos, pedagógicos y de contenido, gracias a los materiales y servicios interactivos basados en múltiples tecnologías que enriquecen el proceso de enseñanza y aprendizaje, y gracias también a la oportunidad que tienen los participantes en el curso de colaborar con otros profesores e iniciar así la construcción de una comunidad de práctica. Por otra parte, las informaciones obtenidas de las experiencias docentes en las aulas de los participantes en el curso sugieren avances positivos en los resultados de aprendizaje de los alumnos y en su actitud respecto a la estadística (para más detalles véase Chadjipadelis, 2008).

En el cuestionario repartido a los profesores al finalizar el curso piloto y en las entrevistas de seguimiento, se les pedía que indicasen «lo que más te ha gustado del curso EarlyStatistics». Los catorce participantes en el curso valoraron positivamente la flexibilidad y la adaptabilidad que permite la educación a distancia. Todos ellos consideraron que el hecho de que EarlyStatistics se impartiera a distancia era una ventaja puesto que les permitía decidir desde dónde estudiaban, a qué ritmo y en qué momento: «Es un tipo de formación que no impone límites ni restricciones a la libertad del profesor»; «cada cual decide la carga de trabajo que más le conviene»; «puedes seguir tu propio ritmo de trabajo». Por otra parte, algunos profesores indicaron que la opción a distancia les daba la oportunidad de asistir a un curso de educación estadística impartido por expertos en la materia de diferentes países europeos.

El fomento de la comunicación y la colaboración entre profesores fue uno de los aspectos de EarlyStatistics que todos los participantes en el curso consideraron un punto fuerte del programa. A los participantes les gustó mucho relacionarse con los demás profesores así como poder compartir experiencias: «Me gustó la interacción con los otros profesores. Es útil compartir nuestras ideas y problemas con otros profesores de diferentes niveles educativos». En concreto, los profesores valoraron el hecho de que EarlyStatistics les había permitido compartir contenidos, ideas y estrategias pedagógicas con profesores procedentes de diferentes países y de distintos sistemas educativos gracias a la comunicación a través de tecnologías informáticas. «Es positivo “escuchar” a colegas de otros países que se enfrentan a problemas parecidos a los tuyos y que a veces, gracias a un punto de vista diferente sobre determinado aspecto, proponen ideas que a ti no se hubieran ocurrido».

Otro aspecto de EarlyStatistics que los profesores valoraron también muy positivamente es que los diálogos y los trabajos del curso se diseñaron centrando el interés de los participantes, y en el establecimiento de vínculos explícitos entre la teoría y la práctica utilizando las propias experiencias de los profesores como recursos de aprendizaje. Varios participantes en el curso señalaron que el desarrollo profesional que les ofrecía EarlyStatistics estaba orientado a las necesidades docentes de sus puestos de trabajo porque estaba profundamente contextualizado en su actividad profesional: «Es un tipo de formación que respeta la experiencia profesional de los profesores y contribuye a la mejora de su tarea educativa a través del enriquecimiento de experiencias y del intercambio de opiniones con otros profesores que trabajan en entornos culturales y educativos diferentes».

El proyecto EarlyStatistics ganó, ex aequo con Maths4Stats (un proyecto colaborativo coordinado por Statistics South Africa), el Premio al Mejor Proyecto Colaborativo en Educación Estadística (*Best Cooperative Project Award in Statistical Literacy*) de 2009, un prestigioso premio que cada dos años concede la International Association of Statistics Education (IASE) «en reconocimiento a proyectos educativos de estadística destacados, innovadores e influyentes que afecten a un amplio segmento del público general».

A pesar de los buenos resultados generales obtenidos en el curso piloto, también se han detectado algunos defectos. La mayor dificultad que tuvo el consorcio fue conseguir la construcción de una comunidad en línea de profesionales de la enseñanza, lo cual era uno de los principales objetivos de EarlyStatistics. Desde el comienzo del proyecto éramos plenamente conscientes de las dificultades que entraña desarrollar una comunidad de estas características, de que crear un grupo de debate y proporcionar tecnología no conduce automáticamente a establecer relaciones ni a cohesionar un grupo (Gordon, 2007). La experiencia obtenida gracias al curso piloto nos alertó sobre el hecho de que la creación de comunidades, especialmente en un contexto transcultural, es muy difícil. Aunque utilizamos varias estrategias para fomentar el diálogo y la colaboración entre profesores, sufrimos una decepción parecida a la de Gould (2005), ya que la interacción en línea entre los profesores participantes en el curso fue más baja que la prevista (Meletiou-Mavrotheris, 2011).

Aunque al principio del curso hubo bastante entusiasmo y una participación muy alta en los foros de debate, la interacción disminuyó con el tiempo. Durante las trece semanas de duración del curso, EarlyStatistics recibió 229 mensajes (76 mensajes al mes de promedio). Sin embargo, la gran mayoría de los mensajes (167 mensajes, es decir un 73% del total de mensajes recibidos) fueron enviados durante las seis primeras semanas del curso. En comparación con la primera parte del curso,

en que la interacción fue viva y los debates muy ricos, hacia el final del curso a menudo se daba el caso de solo tres o cuatro profesores participando activamente en los fórums de debate mientras que las aportaciones de los demás eran mínimas o no participaban en absoluto.

El análisis de los datos obtenidos a partir del curso piloto de EarlyStatistics y del seguimiento de la experimentación en las aulas ha proporcionado al consorcio informaciones muy valiosas respecto a la efectividad del curso en la consecución de los objetivos previstos. En concreto, el curso piloto nos ha permitido identificar una serie de factores que afectaron negativamente a la participación en línea de los participantes en el curso (Meletiou-Mavrotheris, 2011). Conociendo dichos factores, al revisar el curso se ha dado más apoyo a la construcción de la comunidad entre los profesores participantes.

Uno de los principales factores responsables del poco éxito en la construcción de una comunidad de práctica en línea durante el curso piloto fue que no hubo ninguna reunión presencial con todos los participantes del curso. Hubo algunas reuniones con profesores locales, pero el grupo entero no se reunió nunca. Los participantes en el curso pudieron conocer virtualmente a otros profesores de diferentes países a través de videoconferencias, pero estas no pueden considerarse tan efectivas como la relación que se establece presencialmente. En consecuencia, aunque los profesores crearon grupos locales fuertes, la interacción con participantes de otros países fue limitada. En las ediciones actuales del curso los profesores participantes proceden de toda Europa y al principio del curso tiene lugar una reunión presencial con todos los participantes. Esta reunión inicial donde todos se conocen personalmente refuerza la relación posterior en línea porque ayuda a disminuir el problema de confianza y presencia social en línea.

## 4. Conclusión

En un mundo en el que la capacidad de analizar, de interpretar y de comunicar información a partir de datos es una habilidad necesaria para la vida cotidiana y para una ciudadanía eficaz y operativa, el desarrollo de una sociedad que tenga una formación estadística es un factor clave para lograr el objetivo de una ciudadanía culta. Consideramos que el desarrollo y el aprendizaje profesional continuado del profesorado es crucial para la innovación pedagógica y para que el alumnado consiga unos buenos resultados (Ginsberg, 2003). Por ello, EarlyStatistics ha explotado las potencialidades que ofrecen las tecnologías del aprendizaje abierto y a distancia para ayudar a mejorar la calidad de los conocimientos estadísticos en las escuelas europeas. El consorcio del proyecto ha incorporado en el diseño del curso las mejores prácticas pedagógicas en educación estadística, en formación de adultos y en aprendizaje a distancia. El curso se basa en metodologías pedagógicas actuales que utilizan la colaboración, la investigación estadística y la exploración mediante actividades interactivas de resolución de problemas. Se ha prestado una especial atención al aprovechamiento de las experiencias y los conocimientos de los profesores participantes y al fomento del aprendizaje colaborativo y participativo. Los profesores, que proceden de diferentes países, tienen la oportunidad de mejorar sus conocimientos estadísticos, en cuanto a contenido y pedagógicos, a través de investigaciones, si-

mulaciones, visualizaciones, colaboraciones y reflexiones de carácter abierto tanto sobre sus propias ideas y experiencias como sobre las de los demás.

Los resultados y servicios del proyecto de EarlyStatistics son útiles no solo para el profesorado sino también para los expertos del mundo académico en educación estadística, para los centros de formación de profesorado y para los diseñadores de programas de desarrollo profesional en línea europeos e internacionales. Los profesores expertos y los responsables del desarrollo de materiales serán más conscientes de las necesidades de los profesores de estadística de los diferentes países y apoyarán el desarrollo de nuevas metodologías y materiales para el desarrollo profesional basados en un modelo de construcción de comunidad. Los centros de formación de profesorado comprenderán mejor los aspectos relacionados con la docencia y el aprendizaje de estadística, y pueden utilizar los resultados del proyecto para ulteriores mejoras de sus programas de formación de profesorado.

Uno de los aspectos que cobra especial importancia para el desarrollo profesional de los docentes en línea es garantizar una buena construcción de una comunidad de práctica en línea. Las primeras experiencias de EarlyStatistics, que coinciden con la literatura publicada al respecto, indican que construir una comunidad de práctica en línea es muy complicado. Tal como han señalado Gould y Peck (2005), dirigir un diálogo con contenido en un foro de debate es más problemático que en un aula real. Según Kling (2003), la transformación de un grupo en comunidad es «un importante logro que requiere procesos y prácticas especiales» (p. 221). Una comunidad de práctica en línea no se hará realidad automáticamente por el mero hecho de disponer de un espacio en línea. Requiere un diseño cuidadosamente elaborado –tanto técnico como social (Rourke, 2007).

Impartir cursos en línea es un territorio nuevo e inexplorado para la mayoría de profesores de estadística. La educación en línea se parece al aprendizaje presencial, pero a la vez es diferente y requiere nuevas habilidades y estrategias de enseñanza. El nuevo papel de los profesores en tanto que facilitadores de cursos les convierte a la vez en guías y en alumnos (Heuer, 2004). Para poder facilitar el éxito de su alumnado y fomentar la participación en línea, tienen que recibir una formación en este nuevo modo de educación y al mismo tiempo tienen que desarrollar el arte de convertirse en guías en línea. Los cursos en línea también tienen que evaluarse y mejorarse continuamente. Garfield (2009), cuyo curso de formación de profesores a distancia ha tenido bastantes buenos resultados en cuanto a participación y colaboración del alumnado, explica que sus cursos en línea están sujetos a un ciclo continuo de evaluación y mejora. Cada vez que se imparte un curso, se introducen cambios en su estructura y uso de las tareas de debate, basados en las informaciones que reportan los alumnos y en una cuidadosa revisión del tipo de interacción que tiene lugar dentro de los diferentes grupos de debate. EarlyStatistics también ha adoptado un modelo iterativo de mejoras continuas. La evaluación sigue teniendo un papel crucial en cada nueva edición de un curso, lo cual nos permite mejorar continuamente la calidad y la efectividad de EarlyStatistics, el primer curso de desarrollo profesional en línea en el campo de la educación estadística en Europa.

## Bibliografía

- CADY, J.; REARDEN, K. (2009). «Delivering online professional development in mathematics to rural educators». *Journal of Technology and Teacher Education*. Vol. 17, p. 281-298.
- CHADJIPADELIS, T.; ANDREADIS, I. (2008). *Early Statistics Evaluation Report* [documento interno]. Proyecto: 226573-CP-1-2005.
- DEDE, C. et al. (2006). *Research Agenda for Online Teacher Professional Development*. Cambridge, MA: Harvard Graduate School of Education.
- DUTTON, J.; DUTTON, M. (2005). «Characteristics and performance of students in an online section of business statistics». *Journal of Statistics Education*. Vol. 13, núm. 3.
- ESPINEL, C.; BRUNO, A.; PLASENCIA, I. (2008). «Statistical graphs in the training of teachers». En: C. Batanero; G. Burrill; R. Reading; A. Rossman. (2008). *Proceedings of the Joint ICMI/IASE Study Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education*. [CD-ROM]. Monterrey, México: ICMI & IASE.
- EVANS, S. R. et al. (2007). «Evaluation of Distance Learning in an Introduction to Biostatistics Course». *Statistical Education Research Journal*. Vol. 6, núm. 2, p. 59-77.
- EVERSON, M. G.; GARFIELD, J. (2008). «An innovative approach to teaching online statistics courses» [documento en línea]. *Technology Innovations in Statistics Education*. Vol. 2, núm. 1. [Fecha de consulta: 30 de julio de 2011].  
<<http://repositories.cdlib.org/uclastat/cts/tise/>>
- FRANKLIN, C. A. et al. (2007). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) report: A pre-K-12 Curriculum Framework*. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- GINSBERG, M. B. (2003). *Motivation matters: A workbook for school change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- GORDON, S.; PETOCZ, P.; REID, A. (2007). «Tools, artefacts, resources and pedagogy – stories of international statistics educators» [documento en línea]. En: P. L. Jeffery (comp.). *Australian Association for Research in Education 2006 Conference Papers*. AARE. [Fecha de consulta: 30 de Julio de 2011].  
<<http://www.aare.edu.au/06pap/gor06358.pdf>>
- GOULD, R.; PECK, R. (2005). «Inspiring Secondary Statistics» [documento en línea]. *MSOR Connections*. Vol. 5, núm. 3. [Fecha de consulta: 30 de Julio de 2011].  
<<http://mathstore.ac.uk/headocs/53inspiringstats.pdf>>
- HEUER, B. P.; KING, K. P. (2004). «Leading the Band: The Role of the Instructor in Online Learning for Educators» [documento en línea]. *The Journal of Interactive Online Learning*. Vol. 3, núm. 1. [Fecha de consulta: 30 de Julio de 2011].  
<<http://www.ncolr.org/jiol/issues/PDF/3.1.5.pdf>>
- JOUBERT, M.; SURTHERLAND, R. (2009). *A perspective on the literature: CPD for teachers of mathematics*. University of Bristol: National Centre for Excellence in Teaching Mathematics.
- KLING, R.; COURTRIGHT, C. (2003). «Group Behavior and Learning in Electronic Forums: A Sociotechnical Approach». *Information Society*. Vol. 19, p. 221-235.
- MCGRAW, R.; LYNCH, K.; KOC, Y. (2007). «The multimedia case as a tool for professional development: An analysis of online and face-to-face interaction among mathematics pre-service teachers, in-

- service teachers, mathematicians, and mathematics teacher educators». *Journal of Mathematics Teacher Education*. Vol. 10, núm. 2, p. 95-121.
- MELETIOU-MAVROTHERIS, M. (2011). «Online Communities of Practice as Vehicles for Teacher Professional Development». En: A. Juan; M. A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. P. 142-166.
- MELETIOU-MAVROTHERIS, M.; SERRADÓ, A. (2011). «Distance Education of Statistics Teachers». En: C. Batanero; G. Burrill; C. Reading (eds.). *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study: The 18<sup>th</sup> ICMI Study*. DOI 10.1007/978-94-007-1131-0\_36. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. P. 383-394.
- RIVERIN S.; STACEY, E. (2007). «The Evolution of an Online Community – A Case Study». *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. Vol. 2, núm. 3, p. 267-297.
- ROURKE, L.; KANUKA, H. (2007). «Barriers to Online Critical Discourse». *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. Vol. 2, núm. 1, p. 105-126.
- TUDOR, G. (2006). «Teaching Introductory Statistics Online – Satisfying the Students». *Journal of Statistics Education*. Vol. 14, núm. 1.
- VERMEIRE, L.; CARBONEZ, A.; DARIUS, P.; FRESEN, J. (2002). «Just-in-time Network Based Statistical Learning: Tools Development and Implementation». En: B. Phillips (ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS6)*. Ciudad del Cabo, Sudáfrica: IASE.
- WATSON, J. M.; NATHAN, E. L. (2010). «Biased Sampling and PCK: The Case of the Marijuana Problem». En: L. Sparrow; B. Kissane; C. Hurst (eds.). *Shaping the future of mathematics education: Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. Fremantle: MERGA.
- ZHAO, Y.; ROP, S. (2001). *A critical review of the literature on electronic networks as reflective discourse communities for inservice teachers* [documento en línea]. [Fecha de consulta: 30 de Julio de 2011]. <<http://www.ciera.org/library/reports/inquiry-3/3-014/3-014.pdf>>

## Sobre las autoras

*Maria Meletiou-Mavrotheris*

[m.mavrotheris@euc.ac.cy](mailto:m.mavrotheris@euc.ac.cy)

Profesora asociada del Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad Europea de Chipre

Maria Meletiou-Mavrotheris es profesora asociada de la Universidad Europea de Chipre y directora del Research Laboratory in ICT-Enhanced Education [laboratorio de investigación en educación asistida por TIC]. Es doctora en Educación de Matemáticas por la Universidad de Texas en Austin (UT Austin) desde el año 2000 y máster de Aprendizaje Abierto y a Distancia por la Open University del Reino Unido desde 2008. También tiene un máster de Ingeniería (1998), un máster de Estadística (1993) y el grado de Matemáticas (1991) de la UT Austin. Meletiou ha llevado a cabo destacados trabajos de investigación que se han publicado en prestigiosas revistas y ha obtenido considerables ayudas económicas para realizar sus investigaciones. Entre los programas financiados por la UE en los que ha participado como coordinadora o colaboradora de investigación pueden mencionarse LLP-Grundtvig, Socrates Minerva y Comenius, Leonardo da Vinci y Eureka. Dichos programas multinacionales se centran en la educación asistida por tecnología, concretamente el uso de tecnologías innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas y ciencias en la educación escolar y superior, y en la formación profesional.

European University Cyprus

6 Diogenous St.

1516 Nicosia

Chipre



Ana Serradó Bayés

ana.serrado@gm.uca.es

Profesora de educación secundaria, formadora de profesorado en ejercicio, La Salle-Buen Consejo

Ana Serradó Bayés es graduada en Matemáticas y máster en Organización Escolar por la Universidad Autónoma de Barcelona, y doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación por la Universidad de Cádiz. Serradó es profesora de educación secundaria en La Salle-Buen Consejo en Puerto Real, España, y formadora de profesorado en ejercicio. Es coordinadora de grupo de formación de profesorado en ejercicio (Gobierno de Andalucía, España). También es la coordinadora española del *International Statistical Literacy Project*, que cuenta con el apoyo del ISI (International Statistical Institute). También es miembro de varias organizaciones profesionales, entre ellas la SEIEM (Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática) y la IASE (International Association of Statistics Education). Sus investigaciones se centran en la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación al aprendizaje de estadística y matemáticas, y en el papel de la lectura sobre el aprendizaje de matemáticas. Tiene más de setenta artículos publicados relacionados con la educación estadística y matemática, y colabora con numerosas revistas nacionales e internacionales como revisora experta.

La Salle-Buen Consejo

Teresa de Calcuta, 70

11510 Puerto Real, Cádiz

España



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

**Monográfico «Aprendizaje virtual de las matemáticas»****ARTÍCULO**

# Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería

**Mónica Blanco**

monica.blanco@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

**Marta Ginovart**

marta.ginovart@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

Fecha de presentación: julio de 2011  
Fecha de aceptación: noviembre de 2011  
Fecha de publicación: enero de 2012

**Cita recomendada**

BLANCO, Mónica; GINOVRT, Marta (2012). «Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería». En: «Aprendizaje virtual de las matemáticas» [monográfico en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 166-183 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa]. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart/v9n1-blanco-ginovart>> ISSN 1698-580X

## Resumen

En el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior, en el que la evaluación formativa desempeña un papel esencial, es necesario explorar nuevas herramientas con el fin de implementar estrategias innovadoras de seguimiento y evaluación de los estudiantes. El módulo de cuestionarios en el entorno Moodle representa una alternativa frente a las metodologías tradicionales, como pueden ser las pruebas escritas. En el marco de las ayudas para la mejora de la docencia concedidas por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC), durante el curso académico 2008/2009 se llevó a cabo un proyecto docente cuyo objetivo principal era el diseño de preguntas tipo test y su posterior implementación en cuestionarios del entorno Moodle para asignaturas de matemáticas y estadística correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería. Con los resultados de los cuestionarios realizados por los estudiantes, se vio que era conveniente analizar y revisar su fiabilidad y adecuación para avalar estas actividades de evaluación del proceso de aprendizaje. El análisis de los coeficientes psicométricos facilitados por Moodle resultó ser una herramienta útil a la hora de valorar si las cuestiones propuestas tenían el nivel de dificultad adecuado y si, en consecuencia, eran convenientes para discriminar entre buenas y malas prácticas. En el marco de otro proyecto, también subvencionado por la UPC, durante el siguiente curso académico 2009/2010 se revisaron de forma exhaustiva los cuestionarios implementados con el fin de mejorar su eficiencia como herramienta de evaluación. En este trabajo se presentan: i) los resultados de los cuestionarios realizados por los estudiantes durante esos dos cursos académicos en las asignaturas Matemáticas 1 y Matemáticas 2 de primer año de los cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona de la UPC, así como la opinión de los estudiantes sobre este tipo de actividad, ii) la revisión y adaptación de los cuestionarios a partir de los índices psicométricos para mejorar su eficiencia. Finalmente, a partir de los resultados analizados se hace una reflexión sobre la conveniencia de utilizar este tipo de herramientas para la evaluación formativa de los estudiantes.

## Palabras clave

matemáticas, cuestionarios, Moodle, evaluación, análisis psicométrico

## *On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses*

### *Abstract*

*Given the importance of formative assessment in the context of the European Higher Education Area, it is necessary to explore new tools to implement innovative strategies for the formative assessment of students. Moodle's quiz module represents an alternative to traditional tools, such as paper-and-pencil tests. In 2008, we carried out a project subsidised by the Institute of Education Sciences at the Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC), the main aim of which was to elaborate a number of Moodle question pools and to design, implement and assess a series of quizzes from these pools. The project covered the compulsory undergraduate subjects in applied mathematics included in the first- and second-year syllabuses for all branches of Engineering. From the students' results, it was then necessary to examine and revise the reliability of the quizzes as an assessment tool of the teaching and learning process. The analysis of the psychometric coefficients provided by Moodle proved to be a useful tool for assessing whether the questions had an appropriate level of difficulty and were suitable for discriminating between good and bad performers. Taking into account the psychometric analysis of this first project, in 2009 we initiated a new project, in which we planned to revise thoroughly the quizzes created in the former project, to improve their suitability as an assessment tool. This paper shows: i) the students' results in the quizzes performed in the two academic years in the courses Mathematics 1 and Mathematics 2 – both taught in the first year of the four bachelor's degree programmes in Biological Systems Engineering organised by the School of*

*Agricultural Engineering of Barcelona at the UPC, as well as the students' attitudes towards activities of this kind; and ii) the revision and fine-tuning of the quizzes from the psychometric analysis to improve their reliability. Finally, the analysis of the results reported leads to a discussion on the advisability of using this tool for the formative assessment of students.*

### **Keywords**

*mathematics, quizzes, Moodle, assessment, psychometric analysis*

## 1. Introducción

La declaración de Boloña y la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) en 2010 han dado lugar a cambios cruciales tanto en los currículos como en las metodologías de enseñanza y aprendizaje de los estudios universitarios (ENQA, 2005). El EEES fomenta un sistema centrado en el alumnado y basado en la carga de trabajo necesaria para lograr los objetivos fijados en los programas de estudio. Estos objetivos deberían articularse en función de los resultados del aprendizaje que debe adquirirse. Se entiende por resultados de aprendizaje una serie de competencias que expresarán lo que el estudiante sabrá, entenderá y será capaz de hacer una vez concluido el proceso de aprendizaje. Las competencias representan una combinación dinámica de cualidades, habilidades y actitudes, que deberían corresponderse con unos resultados de aprendizaje determinados. En este marco, la carga de trabajo estudiantil consiste en el tiempo necesario para llevar a cabo todas las actividades de aprendizaje previstas como asistencia a conferencias, participación en seminarios, estudio independiente y privado, preparación de proyectos y exámenes. La evaluación de los alumnos es una piedra angular del EEES, y su finalidad es «medir los logros en los resultados de aprendizaje previstos y otros objetivos de los programas» (ENQA, 2005). Las directrices de la ENQA relativas a la evaluación del alumnado se refieren también a los procedimientos idóneos que deberían seguirse en los procesos evaluativos.

Según las directrices del EEES, está claro que las prácticas formativas son un factor fundamental de la evaluación del alumnado. Entre los diferentes aspectos que los docentes deben tener en cuenta al diseñar y desarrollar herramientas para la evaluación formativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje, queremos destacar los siguientes: i) la reflexión sobre las acciones antes, durante y después del proceso de aprendizaje, tanto por parte del profesorado como del alumnado; ii) la evaluación de los resultados así como de los procesos del aprendizaje; iii) la información necesaria para mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje; iv) la incorporación de procedimientos para la autoevaluación y la autoregulación de los alumnos; y v) los criterios de evaluación, que deben ser explicados y compartidos con los estudiantes.

Por otra parte, varios estudios han puesto de relieve el papel cada vez más importante de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el campo de la evaluación (Delgado y Oliver, 2006; Graff, 2004; Steegmann *et al.*, 2008), hasta el punto de que la *evaluación virtual* ha pasado a ser

un nuevo elemento del ámbito educativo (Brinck y Lautenbach, 2011; Crews y Curtis, 2011; Daly *et al.*, 2010; Ferrão, 2010). Teniendo en cuenta la importancia de la evaluación formativa dentro del EEES, es fundamental explorar nuevas estrategias de evaluación para mejorar los métodos evaluativos. Tal como destaca Ferrão (2010), el sistema de evaluación virtual debe contar con el hardware y el software necesarios para la creación y la administración de pruebas.

La mayoría de universidades españolas ha adoptado el sistema de gestión de aprendizaje (SGA) del entorno Moodle como ayuda al profesorado para crear cursos en línea –asegurando su calidad– y gestionar los resultados del aprendizaje (Steggmann *et al.*, 2008). En este estudio nos centramos en el módulo de cuestionarios del entorno Moodle. Este módulo permite crear cuestionarios con diferentes tipos de preguntas, adaptados a los objetivos específicos de cada una de las etapas del proceso de enseñanza y aprendizaje, que proporcionan un retorno de información automático y rápido. El módulo de cuestionarios del entorno Moodle es una potente herramienta de control y diagnóstico del aprendizaje y constituye una alternativa a los cursos presenciales tradicionales y a los exámenes escritos. En cuanto a la calidad del sistema de evaluación virtual, este módulo de cuestionarios ofrece métodos estadísticos para medir la fiabilidad de las pruebas (Ferrão, 2010). Se ha afirmado que, en relación con el uso de las TIC, se borra la frontera entre la evaluación formativa y la evaluación sumativa (Daly *et al.*, 2010). No obstante, si las tecnologías se utilizan para realizar periódicamente actividades de evaluación de bajo impacto, pueden contribuir a la evaluación formativa. Los cuestionarios del entorno Moodle no solo han demostrado ser útiles para llevar a cabo dichas actividades evaluativas sino que además pueden modificarse y adaptarse según las necesidades de los estudiantes. Tal como dicen Daly *et al.* (2010), la versatilidad es una característica clave de la evaluación virtual, ya que por un lado el alumno utiliza el retorno de información formativamente para adaptar sus concepciones y su forma de enfocar las tareas, y por el otro, le sirve al profesor para adaptar el trabajo a las necesidades de sus alumnos. Somos conscientes de que últimamente se ha extendido mucho el uso de cuestionarios como herramientas de evaluación (Ferrão, 2010). Sin embargo no tenemos noticia de que se haya realizado ningún estudio sobre cómo aprovechar al máximo los índices psicométricos para mejorar los cuestionarios implementados en las asignaturas universitarias de matemáticas.

Este estudio da cuenta de los principales resultados obtenidos en dos proyectos educativos en los que se han implementado los cuestionarios del entorno Moodle como herramientas para la evaluación virtual formativa de dos asignaturas universitarias obligatorias de matemáticas. Los objetivos de estos proyectos son:

1. Diseñar una serie de cuestionarios para evaluar periódicamente los temas de las dos asignaturas, con el subsiguiente análisis de los resultados de aprendizaje de los estudiantes y su correlación con otras actividades de enseñanza y aprendizaje de las asignaturas, y recoger la opinión de los estudiantes sobre la evaluación virtual.
2. Realizar un análisis psicométrico para obtener información sobre las actividades de aprendizaje con la finalidad de adaptarlas a las necesidades del alumnado y depurar y mejorar así su fiabilidad como herramientas para la evaluación virtual formativa.

## 2. Material y métodos

Desde 2009, la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB) de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC) ofrece cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas: Ingeniería Agrícola, Ingeniería Agroambiental y del Paisaje, Ingeniería Alimentaria e Ingeniería de los Sistemas Biológicos. Los cursos primero y segundo de los cuatro grados tienen una serie de asignaturas obligatorias comunes, cada una de las cuales proporciona seis créditos del sistema europeo de transferencia de créditos (ECTS). Matemáticas 1 y Matemáticas 2, que se cursan en el primer año, pertenecen al grupo de estas asignaturas comunes a las cuatro titulaciones. Conviene puntualizar aquí que el perfil eminentemente biológico de la ESAB seguramente ha contribuido al escaso interés del alumnado por las áreas de matemáticas y estadística, lo cual explica el bajo índice de aprobados en estas materias. Para mejorar los resultados del aprendizaje y la motivación, decidimos iniciar una serie de tareas de baja repercusión que incentivarán al alumnado (Lim *et al.*, 2011). No obstante, si además de cumplir las pautas del ECTS relativas a evaluación, aumentaba cada vez más el número de alumnos, sin duda la carga de trabajo sobre los profesores también aumentaría. Para realizar una evaluación continua de nuestros estudiantes, sin tener que invertir una gran cantidad de tiempo en evaluar pruebas, parecía conveniente recurrir a las herramientas virtuales disponibles.

En el año 2005, la UPC empezó a utilizar Moodle, SGA de código abierto que contiene una amplia variedad de herramientas para la docencia (Cole, 2005). Para obtener los máximos beneficios de las herramientas disponibles, empezamos a investigar las prestaciones de Moodle en cuanto a evaluación. En 2008/2009 realizamos un proyecto, financiado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC, cuyo principal objetivo era diseñar, elaborar e implementar un banco sustancial de preguntas para integrar en los cuestionarios de Moodle (*Creació de qüestionaris des de l'entorn Moodle per a assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria*). El ámbito de aplicación del proyecto eran las asignaturas de matemáticas aplicadas comunes a los dos primeros cursos de las titulaciones de Ingeniería. En la práctica, se centraba principalmente en Matemáticas 1 (M1) y Matemáticas 2 (M2), dos asignaturas obligatorias para todos los estudiantes matriculados en la ESAB. En este proyecto analizamos las respuestas de los estudiantes y realizamos un análisis psicométrico para identificar la eficacia de las preguntas formuladas en los cuestionarios. Es importante recalcar que un año antes de que se implantara el nuevo sistema de grados se llevó a cabo una experiencia preliminar con un pequeño grupo de alumnos. Dicha experiencia inicial parecía indicar que los cuestionarios de Moodle eran realmente útiles para aumentar el interés del alumnado en las asignaturas de matemáticas.

Sin embargo, es fundamental recordar que todo el proceso requiere una revisión y una actualización continuas. Por ello, gracias al trabajo de evaluación de las distintas experiencias en Matemáticas 1 y Matemáticas 2, el equipo de investigación pudo conocer mejor el proceso evaluativo en su totalidad.

A partir de estas primeras experiencias, decidimos crear unos cuestionarios mejores y más adecuados a las asignaturas de matemáticas mencionadas. El análisis psicométrico que ofrece Moodle resultó ser una herramienta muy útil para evaluar si las preguntas servían para discriminar entre buenas y malas habilidades matemáticas y si el nivel de dificultad de las preguntas era el adecuado.

Teniendo en cuenta el análisis psicométrico de aquel primer proyecto, en 2009/2010 emprendimos un nuevo proyecto cuyo objetivo era someter los cuestionarios creados para el primer proyecto a una revisión exhaustiva con la finalidad de mejorar su fiabilidad como herramientas de evaluación (*Revisió i millora de l'eficiència de qüestionaris MOODLE implementats en assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria*).

Para supervisar el progreso de los estudiantes en las diferentes etapas de su proceso de aprendizaje (Heck y Van Gastel, 2006), creamos cuestionarios para ser utilizados en diferentes contextos: pruebas diagnósticas y de evaluación de conocimientos adquiridos, sesiones en aulas de ordenadores y pruebas de recapitulación al término de los módulos. Nuestra contribución se centra en el conjunto de cuestionarios de Moodle diseñados para ser contestados en casa como actividades encomendadas y en un tiempo determinado. Los temas de cada uno de los cuestionarios para Matemáticas 1 y Matemáticas 2 se correspondían con los objetivos de aprendizaje y los resultados esperados de estas asignaturas (Tablas 1 y 2). Puesto que distintos modos de formular las preguntas permiten desarrollar diferentes habilidades (Smith *et al.*, 1996; Blanco *et al.*, 2009), se utilizaron diferentes tipos de pregunta: respuesta múltiple, verdadero o falso, respuesta numérica, emparejamientos y respuesta incrustada (*cloze*) (Tabla 3).

Para la evaluación sumativa de ambas asignaturas se aplica una fórmula ponderada que computa como sigue: dos o tres pruebas escritas durante el semestre (45%); un examen final escrito acumulativo (40%); sesiones en el aula de ordenadores (5%); cuestionarios (5%); y varias tareas para hacer en casa y trabajos de curso (5%). Dentro de este marco es donde debemos considerar los cuestionarios.

Tabla 1. Temas incluidos en los cuestionarios de Matemáticas 1

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Funciones de una variable real	Funciones de varias variables reales	Determinantes y sistemas de ecuaciones lineales	Números complejos	Optimización de funciones de una variable real	Optimización de funciones de varias variables reales

Tabla 2. Temas incluidos en los cuestionarios de Matemáticas 2 (EDOs: Ecuaciones Diferenciales Ordinarias)

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Integración básica por sustitución	Integración por sustitución	Integración por partes	Integración por fracciones parciales	Temas generales sobre EDOs	EDOs separables	EDOs homogéneas	

Tabla 3. Número de preguntas y tipos de preguntas del primer proyecto (los cambios introducidos en el segundo proyecto van entre paréntesis)

	Número de preguntas	Opciones múltiples	Verdadero/falso	Emparejamientos	Respuesta breve/Numérica	Incrustadas
M1	83	65 (60)	10 (18)	3	5 (2)	
M2	59	19	38			2

### 3. Resultados y discusión

Los cuestionarios de Moodle, en tanto que herramientas interactivas y dinámicas, tienen un impacto sobre la actitud del profesorado y del alumnado respecto a la evaluación asistida por ordenador. Por otra parte, teniendo en cuenta que en los últimos años se ha incrementado el número de matrículas universitarias, debemos cumplir las directrices que marca el EEES (ENQA 2005) con grupos de sesenta alumnos o incluso más. Por esta razón, una de las ventajas de las evaluaciones automáticas mediante cuestionarios es que los profesores ganamos un tiempo que podemos dedicar a otros aspectos del proceso de aprendizaje (Blanco *et al.*, 2009). Como hemos comentado anteriormente, el sistema de gestión del aprendizaje (SGA) de la UPC –Atenea– se basa en Moodle. Desde el principio la estrategia de la universidad ha sido fomentar entre profesores y alumnos el uso de este sistema de gestión para avanzar en el proceso de enseñanza y aprendizaje como se entiende dentro del EEES. El uso del módulo de cuestionarios de Moodle, tal como se describe en este trabajo, es, pues, un paso en esta dirección. El trabajo se organiza a continuación en los siguientes subapartados: en el primero se analizan los resultados de los estudiantes obtenidos en los cuestionarios de los dos cursos académicos (2009/2010 y 2010/2011). En el segundo se presentan los principales resultados del análisis psicométrico de los cuestionarios. En el tercer y último subapartado se discute la opinión de los estudiantes sobre los cuestionarios.

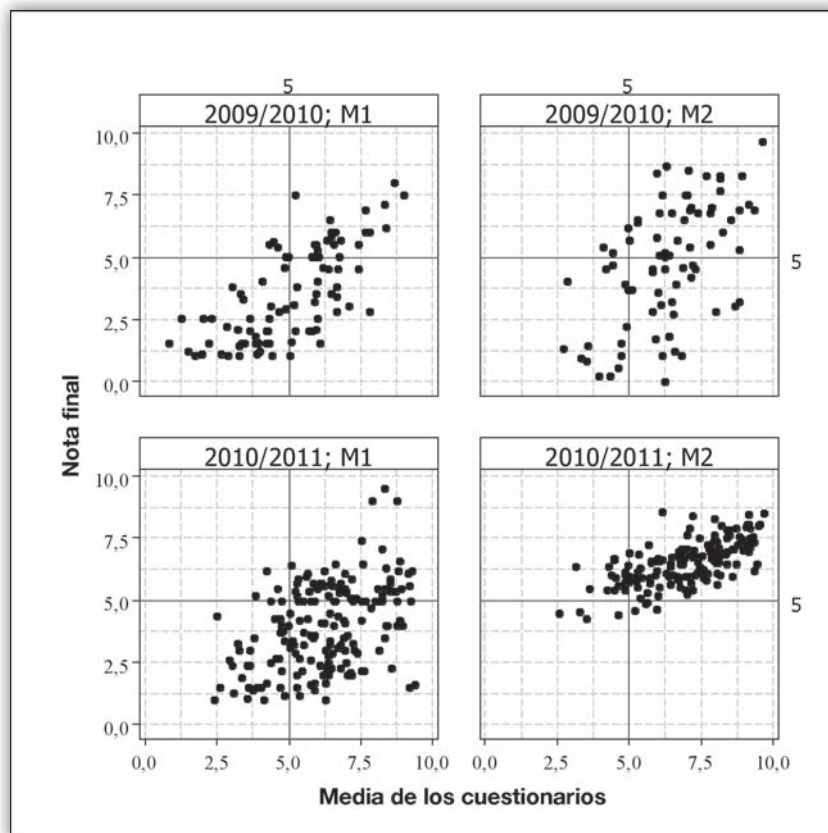
#### 3.1. Análisis de los resultados de los estudiantes

En el contexto de nuestros proyectos, el módulo de cuestionarios Moodle nos proporcionó información sobre las preguntas que nuestros estudiantes respondían mal o parcialmente bien, sobre resultados globales de los cuestionarios y sobre respuestas individuales. En ambos proyectos realizamos un análisis de regresión lineal relacionando la media de las puntuaciones obtenida en los cuestionarios con la nota final en Matemáticas 1 y Matemáticas 2, para cuyo cálculo se aplicó la fórmula ponderada mencionada anteriormente (Figura 1). En conjunto, el análisis fue significativo y mostró una buena correlación lineal positiva, con los siguientes coeficientes de correlación: 0,69 ( $p$ -valor $<0,001$ ) para M1 en 2009/2010 (con  $N_1=91$  estudiantes); 0,55 ( $p$ -valor $<0,001$ ) para M2 en 2009/2010 (con  $N_2=78$  estudiantes); 0,44 ( $p$ -valor $<0,001$ ) para M1 en 2010/2011 (con  $N_3=176$  estudiantes); y 0,67 ( $p$ -valor $<0,001$ ) para M2 en 2010/2011 (con  $N_4=154$  estudiantes). Vistos estos resultados, nuestra conclusión fue que los cuestionarios de Moodle pueden considerarse una herramienta útil para que los estudiantes conozcan su evolución y su rendimiento durante su proceso de aprendizaje, en sintonía con lo que comenta Ferrão (2010).

Es interesante indicar que, a partir de los datos, pueden identificarse las distintas estrategias de los estudiantes para superar la asignatura. Los diferentes comportamientos explican algunas de las observaciones atípicas o extremas recogidas durante los dos cursos académicos estudiados. El curso 2009/2010 fue excepcional porque en las dos asignaturas todos los alumnos eran nuevos, es decir no hubo ningún alumno que repitiese la asignatura. En cambio, en el curso siguiente en una misma clase había alumnos nuevos y alumnos repetidores. Es destacable el comportamiento



de los que repetían la asignatura; los resultados de sus cuestionarios fueron diferentes a los de los alumnos nuevos (Figura 1). Por otra parte, es evidente que los resultados de Matemáticas 2 fueron mejores que los de Matemáticas 1, sobre todo en 2009/2010, lo cual es comprensible en el siguiente contexto: i) los temas tratados en esta segunda asignatura de matemáticas son de distinta naturaleza que los de la primera, ya que algunos temas son nuevos para todos los alumnos y, en cierto modo, independientes de los tratados en los cursos previos de matemáticas en bachillerato (Tablas 1 y 2); ii) los alumnos de Matemáticas 2 ya habían cursado una asignatura de matemáticas previa y, por lo tanto, ya habían aprendido a adaptarse bien al entorno; y iii) los alumnos que optan por una segunda asignatura de matemáticas son los que han logrado un buen rendimiento en el semestre anterior (es decir, han aprobado Matemáticas 1) o, en el caso de repetir la asignatura, posiblemente tienen ciertas ventajas sobre aquellos alumnos que cursan la asignatura por primera vez. Este aspecto resulta mucho más evidente en 2010/2011, Matemáticas 2, como puede verse en la Figura 1. Los cuatro diagramas de dispersión muestran una mayor concentración de puntos en la primera y la tercera sección. Es cierto que en Matemáticas 2 en 2010/2011 las notas se concentran principalmente en la primera sección. Ello significa que la mayoría de los estudiantes que contestó a nuestros cuestionarios superó tanto los cuestionarios como la asignatura en general, lo cual es otro argumento a favor de la particular naturaleza de Matemáticas 2 observada en el segundo año académico.



**Figura 1.** Diagramas de dispersión de la media de las puntuaciones de los estudiantes en los cuestionarios y de la nota final en ambas asignaturas (M1: Matemáticas 1, y M2: Matemáticas 2) en 2009/2010 y 2010/2011.

### 3.2. Análisis psicométrico

Como afirma Ferrão (2010), el sistema evaluativo virtual ofrece un conjunto de herramientas para analizar la fiabilidad de las pruebas y, por consiguiente, asegurar la calidad del sistema. El análisis psicométrico es una gran herramienta para evaluar la fiabilidad de los cuestionarios como instrumentos de medición del desempeño, la actitud y las habilidades de los alumnos (Heck y Van Gastel, 2006). El propio módulo de cuestionarios de Moodle, mediante una herramienta específica psicométrica, realiza el análisis de ítems de un cuestionario. Una vez concluido el análisis de ítems, el módulo permite exportar todos los informes estadísticos a una hoja de cálculo, lo cual facilita el manejo de la información.

En este apartado examinamos dos de los parámetros que ofrece el análisis de ítems de los cuestionarios: el índice de facilidad (IF) y el coeficiente de discriminación (CD). Estos parámetros, calculados según la teoría clásica de pruebas, nos ayudan a saber si las preguntas están bien seleccionadas para demostrar conceptos y si su nivel de dificultad es el idóneo, y también si las preguntas permiten discriminar entre buenas y malas habilidades de los alumnos. El IF describe la dificultad global de las preguntas. Este índice representa la proporción de estudiantes que responden correctamente a una pregunta. En principio, un IF muy alto o muy bajo indica que una pregunta no es útil como instrumento de medición. El CD es un coeficiente de correlación entre las notas obtenidas en el ítem y en el cuestionario en su conjunto, y adopta valores entre -1 y +1. Esta es otra medida de la capacidad discriminadora del ítem para diferenciar entre estudiantes eficientes y menos eficientes. A pesar de que los ítems de discriminación no son completamente fiables (Burton, 2001), optamos por el CD porque es una de las herramientas disponibles en Moodle. Además, puesto que los cuestionarios no contienen temas dispares, como muestran las Tablas 1 y 2, cumplen una de las condiciones que indica Burton (2001) para aplicar un análisis de discriminación por ítems más fiable.

Al principio del primer proyecto, decidimos agrupar los valores del CD en tres categorías: baja ( $CD < 0,33$ ), media y alta ( $CD > 0,66$ ). Para descartar las preguntas con valores de IF que eran o demasiado bajos o demasiado altos, el límite se fijó en 15 y 85 respectivamente. Los cuestionarios que contenían pocas preguntas cuyos valores del IF oscilaban entre 15 y 85 debían ser reelaborados, y lo mismo en el caso de los cuestionarios con unos valores del CD bajos. En 2009/2010, nos propusimos el objetivo de revisar y volver a diseñar aquellos cuestionarios con valores del CD bajos o con valores del IF que eran o demasiado bajos o demasiado altos.

En el caso de Matemáticas 1, a partir de la información proporcionada por Moodle, solamente había que reescribir las preguntas con valores del IF muy bajos o muy altos, y lo mismo con las que presentaban valores del CD bajos. En Blanco y Ginovart (2010b) se describe detalladamente cómo se realizó la revisión de las preguntas. Una vez finalizada la revisión, los cuestionarios volvieron a implementarse y se realizó un nuevo análisis psicométrico. En la tabla 4 puede verse que los resultados del análisis psicométrico obtenidos el segundo año son, en general, mejores que los obtenidos el primer año. Otra forma de presentar los resultados del análisis psicométrico es centrarse en las preguntas individualmente y no en los cuestionarios como unidad. Los diagramas de las Figuras 2 y 3 parecen indicar una mejora en el análisis psicométrico después de la revisión, con valores del CD más altos en el segundo año que en el primero.

Tabla 4. Matemáticas 1: Análisis psicométrico correspondiente a 2009/2010 y a 2010/2011

	M1	IF (%)		CD		
		Rango	% de preguntas con IF entre 15 y 85	% de preguntas con CD bajos	% de preguntas con CD medios	% de preguntas con CD altos
Q1	2009/2010	14-82	93,3	20	80	0
	2010/2011	36-84	100	0	100	0
Q2	2009/2010	32-85	100	13	74	13
	2010/2011	41-91	80	7	80	13
Q3	2009/2010	22-87	94,1	18	76	6
	2010/2011	25-96	64,7	12	82	6
Q4	2009/2010	57-86	90	0	90	10
	2010/2011	23-87	90	20	70	10
Q5	2009/2010	24-73	100	21	50	29
	2010/2011	21-86	92,9	7	86	7
Q6	2009/2010	29-66	100	8	76	16
	2010/2011	18-78	100	8	76	16

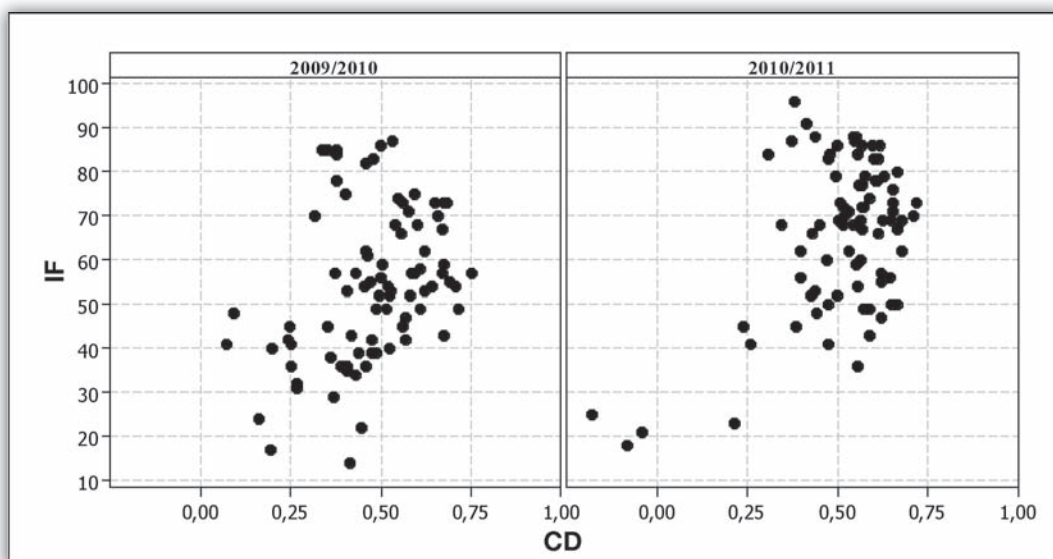


Figura 2. Matemáticas 1: Diagrama de dispersión de IF y CD, correspondientes a todas las preguntas utilizadas en los seis cuestionarios en los años 2009/2010 y 2010/2011.

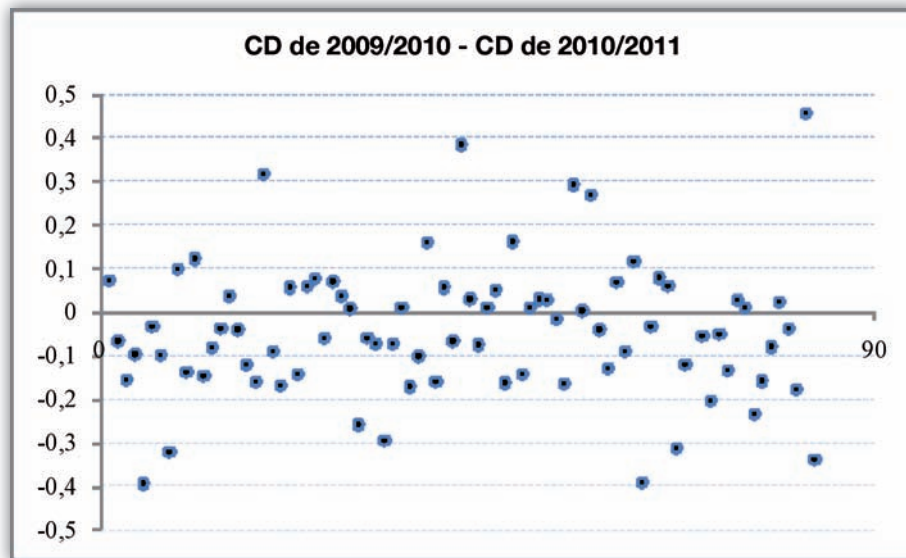


Figura 3. Matemáticas 1: Gráfico de la diferencia entre los valores del CD en 2009/2010 y en 2010/2011 para cada pregunta.

En cuanto a los ocho cuestionarios implementados en Matemáticas 2, en el primer año (2009/2010) las soluciones a los cuestionarios estaban disponibles en el campus virtual de la UPC. Corríamos, pues, el riesgo de que los estudiantes, por la facilidad de acceso a las soluciones y porque los cuestionarios eran una tarea para hacer en casa, pudieran copiar las respuestas del año anterior. Para evitarlo, en el segundo año, 2010/2011, rediseñamos los cuestionarios que se habían contestado ya el año anterior introduciendo en ellos algunos cambios, principalmente numéricos, los justos para conservar la esencia y la fiabilidad de los cuestionarios. Pero aun así, factores ajenos a las preguntas, como cambios en la cohorte de estudiantes o en el equipo docente, podían afectar los resultados del análisis de ítems de un cuestionario en particular. Como indica la Figura 4, las modificaciones en las preguntas, por pequeñas que fueran, podían dar lugar a resultados diferentes, dependiendo de las características del grupo de estudiantes del que se tratara. Los resultados positivos obtenidos en el segundo año, como hemos dicho, se reflejan en unos valores superiores del IF en general. La distribución aleatoria de valores alrededor de cero en la Figura 5 concuerda con el hecho de no haber emprendido ninguna acción concreta para mejorar el CD de las preguntas del cuestionario de Matemáticas 2, en contraste con la Figura 3, donde los valores tienden a concentrarse en la zona por debajo de cero. A pesar de los pequeños cambios introducidos en los cuestionarios, podemos afirmar que la mayoría de los valores del CD se mantuvieron, lo cual constituye un argumento a favor de la fiabilidad del CD como parámetro psicométrico en nuestro estudio.

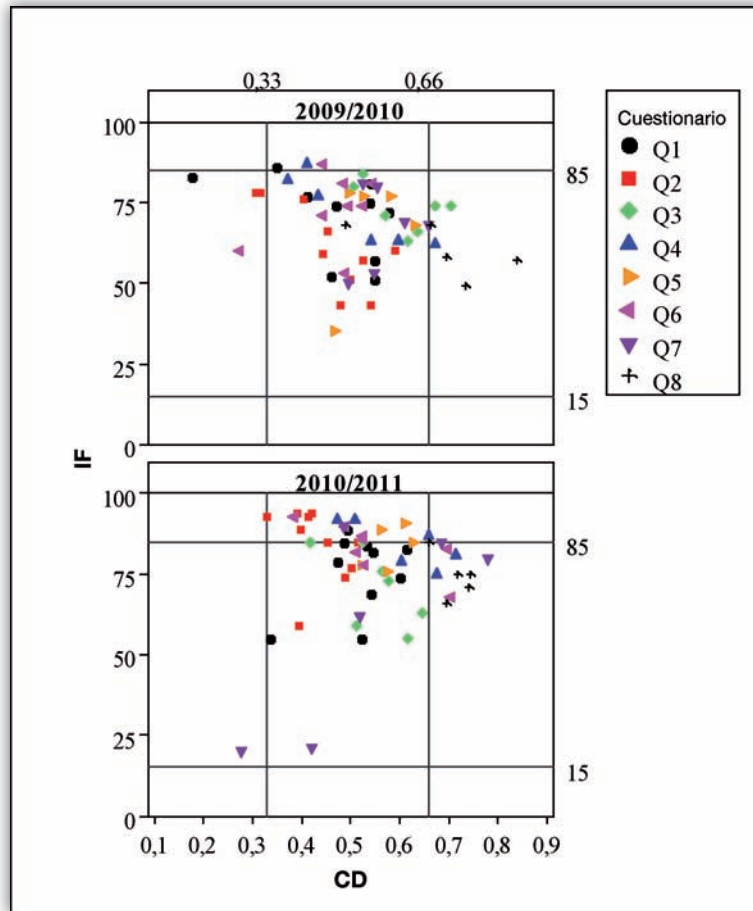


Figura 4. Matemáticas 2: Diagramas de dispersión de IF y CD, correspondientes a todas las preguntas utilizadas en los ocho cuestionarios de los años 2009/2010 y 2010/2011.

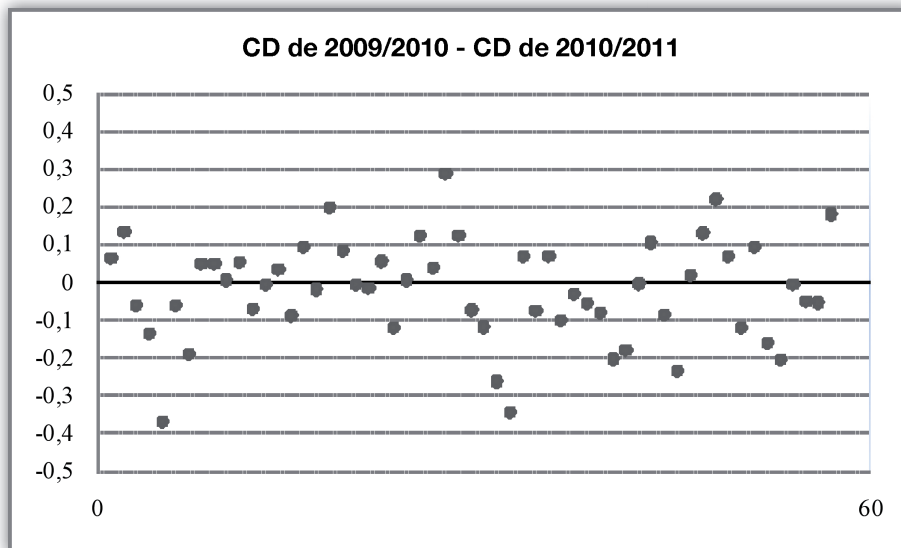


Figura 5. Matemáticas 2: Diagrama de la diferencia entre los valores del CD en 2009/2010 y en 2010/2011 para cada pregunta.

### 3.3. Análisis de las calificaciones de los estudiantes en los cuestionarios de Moodle

Unos años antes de la creación de los cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas de la UPC, los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas en la ESAB se veían entorpecidos por un escaso rendimiento del alumnado, por su absentismo y por su falta de motivación. Para superar estas deficiencias, decidimos trabajar en un nuevo diseño de las asignaturas e incrementar sustancialmente el uso de metodologías asistidas por ordenador. En este sentido, diseñamos una metodología basada en el uso de herramientas virtuales para resolver problemas estándar y mejorar la comunicación entre profesores y alumnos.

Al final de cada semestre de los años académicos 2009/2010 y 2010/2011, pedimos a nuestros alumnos que evaluaran determinados aspectos de los cuestionarios implementados y del uso de Moodle. Aunque las evaluaciones aportadas por los estudiantes no son nuestra única fuente de información, constituyen una excelente guía para diseñar el proceso de enseñanza y, sobre todo, para evaluar la motivación del alumnado. La interacción entre docentes y estudiantes ayuda a los primeros a adaptar los aspectos de aprendizaje y evaluación a las necesidades de los segundos (Daly *et al.*, 2010). La Tabla 5 contiene un resumen de sus respuestas.

También se invitó a los estudiantes a que anotaran los aspectos positivos y negativos de los cuestionarios. Es importante poner de relieve los siguientes aspectos positivos, tal como lo expresaron los propios alumnos:

*Es una manera fácil de poner en práctica los conceptos teóricos que hemos aprendido en clase.*

*Los cuestionarios son amenos.*

*Los cuestionarios me corrigen mis respuestas al momento.*

*Los cuestionarios me ayudaron a estar en contacto con la materia.*

*Es una forma indirecta de enriquecer el estudio.*

En lo concerniente a los aspectos negativos, los estudiantes tendieron a considerar que el tiempo previsto para responder a los cuestionarios era insuficiente y además se quejaron de un retorno escaso una vez contestados los cuestionarios. Además, cuando se les preguntó qué mejoras proponían, hicieron hincapié en obtener más retorno de sus respuestas.

No obstante, a la vista de los resultados que muestra la Tabla 5 y de los aspectos positivos y negativos mencionados, nuestra impresión general es que los alumnos de Matemáticas 1 y Matemáticas 2 tenían una opinión positiva de los cuestionarios, tanto en 2009/2010 como en 2010/2011.

Debemos señalar que las autoras realizaron un proyecto parecido con cuestionarios de Moodle sobre un curso de Estadística (Blanco y Ginovart, 2010a). Los resultados de esta experiencia, coincidentes con los obtenidos para Matemáticas 1 y Matemáticas 2, son un argumento a favor de la conveniencia de utilizar este tipo de evaluación formativa en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación superior.

Tabla 5. Matemáticas 1 y Matemáticas 2: Valoraciones de los estudiantes

<b>PREGUNTA</b>	<b>2009/2010 M2 n=83 (%)</b>	<b>2010/2011 M1 n=158 (%)</b>
<b>¿Has utilizado Moodle anteriormente en esta asignatura?</b>		
Nunca	21,7	7,0
Muy pocas veces	30,1	16,5
A veces	32,5	53,8
A menudo	10,8	17,1
Siempre	4,8	5,7
<b>En general, mi valoración de los cuestionarios es</b>		
Muy mala	0,0	3,1
Mala	12,0	8,8
Satisfactoria	41,0	40,9
Buena	33,7	40,3
Muy buena	13,3	6,9
<b>Los cuestionarios me han ayudado a entender algunos temas de las clases teóricas</b>		
En absoluto de acuerdo	4,8	6,3
En desacuerdo	15,7	8,2
Neutra	21,7	36,1
De acuerdo	42,2	41,1
Totalmente de acuerdo	15,7	8,2
<b>Una vez contestados, obtuve suficiente información sobre las respuestas correctas</b>		
En absoluto de acuerdo		
En desacuerdo	4,8	8,2
Neutra	22,9	22,0
De acuerdo	31,3	34,6
Totalmente de acuerdo	30,1	25,8
	10,8	9,4
<b>Al utilizar los cuestionarios ha aumentado mi interés por la asignatura</b>		
En absoluto de acuerdo	2,4	8,2
En desacuerdo	16,9	16,5
Neutra	41,0	52,5
De acuerdo	30,1	17,7
Totalmente de acuerdo	9,6	5,1
<b>Creo que las notas que obtuve en los cuestionarios eran justas</b>		
En absoluto de acuerdo	3,7	2,5
En desacuerdo	4,9	3,8
Neutra	25,6	19,6
De acuerdo	41,5	53,2
Totalmente de acuerdo	24,4	20,9

## 4. Conclusiones

En este trabajo hemos presentado los resultados obtenidos en dos proyectos financiados por el Instituto de Ciencias de la Educación de la UPC, cuyo principal objetivo era diseñar e implementar una

serie de cuestionarios de Moodle para la evaluación formativa de los estudiantes matriculados en asignaturas de matemáticas de los grados de Ingeniería. Por consiguiente, hemos analizado el grado de fiabilidad de los cuestionarios como herramientas de evaluación para asegurar la calidad del sistema de evaluación virtual propuesto.

De acuerdo con los estándares y directrices del informe de ENQA para asegurar la calidad de la educación superior europea, el diseño y el desarrollo de cuestionarios de Moodle implicó una reflexión claramente motivada por los diferentes aspectos del proceso de enseñanza y aprendizaje, que afecta tanto al profesorado como al alumnado.

En primer lugar, era fundamental comprobar que la solidez del sistema de evaluación virtual utilizado era equiparable a la de las herramientas de evaluación tradicionales utilizadas hasta el momento. La correlación entre las puntuaciones en los cuestionarios y la puntuación final obtenida en cada asignatura (Matemáticas 1 y Matemáticas 2) para los cursos 2009/2010 y 2010/2011 mostraron que los cuestionarios de Moodle podían considerarse unas herramientas útiles para informar a los estudiantes sobre su evolución y rendimiento en el proceso de aprendizaje. Además, el uso de cuestionarios como actividades de evaluación de bajo impacto para la recapitulación de módulos contribuía a fomentar la autorregulación de los alumnos y un trabajo regular a lo largo del curso. Por lo tanto, este trabajo demuestra que los cuestionarios de Moodle son una alternativa sólida a las pruebas de preguntas abiertas en términos de evaluación continua y formativa.

Para responder a las necesidades de la evaluación formativa, el sistema de evaluación virtual tenía que aportar a los docentes unas herramientas que les ayudasen a adaptar las actividades a las necesidades de sus alumnos, y mejorar así su fiabilidad a partir del retorno obtenido. El análisis de ítems que ofrece el módulo de cuestionarios de Moodle resultó ser una interesante herramienta psicométrica para calcular, depurar y mejorar la eficiencia de las preguntas del cuestionario. En cuanto al análisis psicométrico realizado con los 14 cuestionarios y con las respuestas de unos 500 estudiantes, logramos dar un importante paso adelante en el tratamiento y la comprensión de dos indicadores: el índice de facilidad y el coeficiente de discriminación.

Para finalizar, un aspecto clave del diseño y el desarrollo del sistema de evaluación virtual era comprobar si los estudiantes tenían sobre éste una opinión positiva. El hecho de que la valoración que hicieron los estudiantes de los cuestionarios Moodle fuera muy positiva reforzó la idea de que este tipo de actividades eran adecuadas para la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas. Y no solo de matemáticas, puesto que el sistema podría extrapolarse naturalmente a otras materias. Los resultados que aportamos en este estudio, así como la actitud del alumnado, son un estímulo para continuar trabajando con este sistema de evaluación virtual e incluso para ampliarlo a otras disciplinas en el futuro.

La experiencia adquirida en el desarrollo de los proyectos mencionados, junto con los datos generados a partir de la implementación de los resultados, nos permitió visualizar la mejor forma de impulsar un uso eficaz del módulo de cuestionarios de Moodle para la evaluación formativa de los estudiantes de acuerdo con las directrices del EEES. Queremos poner de relieve que, gracias a este sistema de evaluación virtual, pudimos realizar la evaluación formativa continua de un considerable número de alumnos sin sobrecargar a los profesores con un exceso de correcciones y sin que la ca-



lidad de la evaluación disminuyera. Ello no hubiera sido posible si en nuestra universidad el entorno Moodle no se hubiera utilizado ampliamente como SGA. Esto facilitó enormemente la implementación de herramientas así como la recopilación y el análisis de los resultados. En resumen, a partir de los resultados presentados en este trabajo, podemos concluir que los cuestionarios de Moodle son una herramienta sólida y fiable para la evaluación formativa virtual; por consiguiente, esperamos que nuestro estudio sea una referencia para ulteriores usos de este módulo de cuestionarios.

## Agradecimientos

Queremos agradecer la ayuda económica que hemos recibido del Instituto de Ciencias de la Educación (UPC).

## Bibliografía

- BLANCO, M.; GINOVART, M. (2010a). «Moodle quizzes for assessing statistical topics in engineering studies». En: K. Resetova (ed.). *Proceedings of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010. Diversity unifies – Diversity in Engineering Education*. Bruselas: SEFI.
- BLANCO, M.; GINOVART, M. (2010b). «Análisis de la eficiencia de cuestionarios Moodle como herramienta de evaluación de asignaturas de matemáticas correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería». En: *Proceedings of the VI CIDUI: New Areas of Quality in Higher Education. A comparative and trend analysis*. Barcelona: UPC.
- BLANCO, M.; ESTELA, M. R.; GINOVART, M.; SAÀ, J. (2009). «Computer Assisted Assessment through Moodle Quizzes for Calculus in an Engineering Undergraduate Course». *Quaderni di Ricerca in Didattica (Scienze Matematiche)*. Vol. 9, núm. 2, p. 78-84.
- BRINCK, R.; LAUTENBACH, G. (2011). «Electronic assessment in higher education». *Educational Studies*. Vol. 37, núm. 5, p. 503-512.
- BURTON, R. F. (2001). «Do Item-discrimination Indices Really Help Us to Improve Our Tests?». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 26, núm. 3, p. 213-220.
- COLE, J. (2005). *Using Moodle. Teaching with the popular open source course management system*. Sebastopol (CA): O'Reilly Community Press.
- CREWS, T. B.; CURTIS, D. F. (2011). «Online Course Evaluations: Faculty Perspective and Strategies for Improved Response Rates». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 36, núm. 7, p. 865-878.
- DALY, C.; PACHLER, N.; MOR, Y.; MELLAR, H. (2010). «Exploring formative e-assessment: using case stories and design patterns». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 35, núm. 5, p. 619-636.
- DELGADO, A. M.; OLIVER, R. (2006). «La evaluación continua en un nuevo escenario docente / Continuous assessment in the new teaching scenario». *RUSC*. Vol. 3, núm. 1, p. 1-13.

- ENQA (2005). *ENQA report on Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. Helsinki: Multiprint.
- FERRÃO, M. (2010). «E-assessment within the Bologna paradigm: evidence from Portugal». *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 35, núm. 7, p. 819-830.
- GRAFF, M. (2003). «Cognitive Style and Attitudes Towards Using Online Learning and Assessment Methods». *Electronic Journal of e-Learning*, Vol. 1, núm. 1, p. 21-28.
- HECK, A.; VAN GASTEL, L. (2006). «Mathematics on the threshold». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 37, núm. 8, p. 925-945.
- LIM, L. L.; THIEL, D. V.; SEARLES, D. J. (2011). «Fine tuning the teaching methods used for second year university mathematics». *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. P. 1-9, iFirst.
- SMITH, G. H.; WOOD, L. N.; COUPLAND, M.; STEPHENSON, B.; CRAWFORD, K.; BALL, G. (1996). «Constructing mathematical examinations to assess a range of knowledge and skills». *International Journal for Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 27, núm. 1, p. 65-77.
- STEEGMANN, C.; HUERTAS, M. A.; JUAN, A. A.; PRAT, M. (2008). «E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: oportunidades, retos, estado actual y tendencias / E-learning in the area of maths and statistics in Spanish universities: opportunities, challenges, current situation and trends». *RUSC*. Vol. 5, núm. 2, p. 1-14.

### Sobre las autoras

Mónica Blanco

monica.blanco@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada

de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

Licenciada en Matemáticas por la Universidad de Barcelona y doctora en Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona. Su actividad investigadora se centra en la historia de las matemáticas, así como en el análisis estadístico de datos. Ha participado en diversos proyectos de innovación docente para la mejora del aprendizaje de las matemáticas. Imparte docencia en las cuatro titulaciones de grado de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Cataluña y en la Facultad de Matemáticas de esta misma universidad. También ha sido profesora asociada de la Universidad Rovira i Virgili, y tutora de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.

*Marta Ginovart*

marta.ginovart@upc.edu

Profesora en el área de Matemática Aplicada  
de la Universidad Politécnica de Cataluña - BarcelonaTech (UPC)

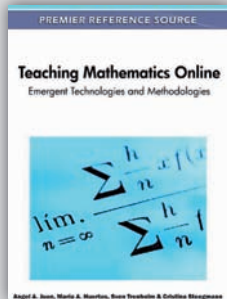
Licenciada en Ciencias, sección de Matemáticas por la Universidad Autónoma de Barcelona y doctora en Ciencias Matemáticas por la Universidad Politécnica de Cataluña. Su actividad investigadora se centra en la modelización y simulación discreta de sistemas biológicos, así como en el análisis estadístico de datos. Ha participado en diversos proyectos de innovación docente para la mejora del aprendizaje de las matemáticas. Imparte docencia en las cuatro titulaciones de grado de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Cataluña, fundamentalmente en asignaturas de matemáticas y estadística. Ha preparado material docente diverso para poder enlazar su docencia en las titulaciones de Ingeniería de Biosistemas con su experiencia en la utilización de los modelos basados en agentes (o en individuos), los cuales ofrecen ciertas ventajas para el estudio de sistemas complejos y sistemas biológicos frente a las que ofrecen algunos modelos continuos y más clásicos.

Departament de Matemàtica Aplicada III  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Edifici ESAB  
C/ Esteve Terradas, 8  
08860 Castelldefels (Barcelona)  
España



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## RESEÑA



## *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*

Editado por Ángel A. Juan, María A. Huertas,  
Sven Trenholm y Cristina Steegmann (2011).

Hershey (Pensilvania): IGI Global. 414 páginas.

### Hans Cuypers

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Profesor asociado de Matemáticas Discretas de la Universidad Técnica de Eindhoven

Fecha de presentación: noviembre de 2011

Fecha de aceptación: diciembre de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

### Cita recomendada

CUYPERS, Hans (2012). «Reseña del libro *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, editado por Ángel A. Juan, María A. Huertas, Sven Trenholm y Cristina Steegmann» [reseña en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 184-189 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-cuypers/v9n1-cuypers>>

ISSN 1698-580X

### Resumen

El siguiente texto es una reseña del libro *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, publicado recientemente por IGI Global. En él se han reunido una serie de experiencias y mejores prácticas relacionadas con el uso de metodologías basadas en internet y en sistemas informáticos que tienen por objeto la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el ciclo educativo superior. Pese a la gran cantidad de libros existentes sobre *e-learning* y la abundancia de obras referidas a la enseñanza de las matemáticas en el ciclo educativo secundario, este es –que sepamos– el primer libro que combina *e-learning* y enseñanza de las matemáticas a un nivel universitario. Así pues, nos hallamos ante una referencia básica para entornos tanto académicos como profesionales de esta disciplina en constante evolución.

### Palabras clave

*e-learning*, enseñanza de las matemáticas, enseñanza superior, aprendizaje asistido por ordenador

**Abstract**

The following text reviews the book *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, recently published by IGI Global. This book brings together experiences and best practices related to the use of Web-based and computer-based methodologies to teach and learn mathematics courses in higher education. Although there is a plethora of books on e-learning and also a considerable amount of books on mathematics learning in secondary education, this is – as far as we know – the first book combining e-learning and mathematical education at the university level. Thus, it constitutes a basic reference for academics and practitioners of this constantly emerging field.

**Keywords**

*e-learning, mathematical education, higher education, computer-supported learning*

Los editores han reunido en esta voluminosa obra de más de 400 páginas dieciocho capítulos sobre el *e-learning* de las matemáticas. Dos son básicamente los motivos que les han llevado a ello:

- «Mostrar y esclarecer cuestiones de orden práctico y metodológico en relación con el *e-learning* de las matemáticas», y
- «mostrar y esclarecer tendencias actuales y futuras respecto a la manera de facilitar y potenciar la enseñanza de las matemáticas mediante las tecnologías informáticas y de internet».

El libro se compone de varios capítulos en los que se abordan muchos e interesantes avances en el ámbito del aprendizaje de las matemáticas potenciado por la tecnología. Hay capítulos dedicados al análisis de las mejores prácticas en el ámbito del *e-learning* de las matemáticas referido al ciclo educativo superior; capítulos en los que se ofrecen modelos pedagógicos de carácter teórico o aplicado en el *e-learning* de las matemáticas; capítulos en los que se describen tecnologías emergentes y software matemático empleados en la enseñanza de las matemáticas en línea, y capítulos donde se presentan los últimos trabajos de investigación acerca de los cambios producidos en la enseñanza de las matemáticas a partir del uso de métodos educativos en línea.

El libro se inicia con una introducción a cargo de los editores en la que ofrecen una perspectiva general de los distintos capítulos, agrupados en los tres apartados siguientes:

1. Experiencias mixtas en *e-learning* de las matemáticas
2. Experiencias en *e-learning* de las matemáticas desarrolladas estrictamente en línea
3. Software matemático y recursos en internet para el *e-learning* de las matemáticas

Del mismo modo, los capítulos se distribuyen a lo largo de los tres apartados. Resumimos ahora brevemente el contenido de los diversos apartados y capítulos.

El primer apartado se centra en una serie de experiencias llevadas a cabo en el ámbito del *e-learning* de las matemáticas en las que se mezclan la enseñanza presencial y la enseñanza a distancia o en línea. El apartado empieza con un capítulo de Miller en el que se describe la aplicación satisfac-

toria de un modelo asíncrono al debate en línea de un curso de matemáticas destinado a docentes de esta materia. Sigue a este capítulo uno de Abramovitz *et al.* que analiza una experiencia mixta desarrollada en los cursos de cálculo destinados a estudiantes universitarios de ingeniería en la cual se emplean evaluaciones en línea para facilitar a los estudiantes la comprensión de conceptos y teoremas teóricos. A continuación viene un capítulo de B. Loch en el que la autora describe el uso de *screencasts* (capturas de pantalla en vídeo) de clases en directo y de *screencasts* de breves fragmentos de teoría o ejemplos, en el contexto de un curso de investigación operativa, con el fin de proporcionar a los estudiantes en línea información puntual. Los capítulos 4, 5 y 6, que firman, respectivamente, Albano, Perdue y Divjak, analizan una serie de experiencias en las que se han utilizado herramientas de *e-learning* general: desde LMS, wikis y avatares hasta vídeo y redes sociales, todo ello con el fin de potenciar los cursos de matemáticas que estos autores imparten en la modalidad presencial.

El segundo apartado del libro está dedicado al análisis de una serie de experiencias en *e-learning* de las matemáticas llevadas a cabo estrictamente en línea. Contiene dos capítulos sobre el uso de herramientas de comunicación y colaboración en línea a cargo de Meletiou-Mavrotheris y de Silverman y Clay, ambos centrados en la formación de profesores de matemáticas, así como dos capítulos a cargo de Tempelaar *et al.* y Biehler *et al.* referidos al uso y la repercusión del material de enseñanza en línea en los cursos puente de matemáticas de transición entre los centros de secundaria y la universidad. Los otros dos capítulos, a cargo de Jarvis y de Trenholm *et al.*, identifican, revisan y evalúan diversos modelos y métodos de *e-learning* de las matemáticas.

El último apartado del libro estudia el empleo de software matemático y de recursos en internet para el *e-learning* de las matemáticas. Incluye un capítulo a cargo de Cherkas y Welder en el que los autores analizan algunas webs de gran popularidad; un capítulo de Alcázar *et al.* en el que se describen experiencias con los paquetes informáticos WIRIS, GeoGebra, SAGE y Wolfram Alpha; y un capítulo a cargo de Lokar *et al.* en el que se describe la iniciativa NAUK.si de creación de bloques de aprendizaje basados en la web. Badger y Sangwin analizan el empleo de bases de Gröbner para la calificación automática de ejercicios en línea sobre sistemas de ecuaciones. Misfeldt y Sanne, por su parte, analizan los problemas a los que se enfrentan estudiantes y docentes a la hora de escribir fórmulas matemáticas en el ordenador, y ofrecen algunas soluciones al respecto. En el último capítulo, a cargo de Mac an Bhaire y O'Shea, se examinan diversos instrumentos informáticos de carácter general que pueden utilizarse en las clases de matemáticas, entre ellos podcasts, screencasts y vídeos.

Sin lugar a dudas, con esta obra los editores han conseguido alcanzar sus objetivos. Han reunido una gran variedad de información de gran interés sobre recursos en línea y su empleo en la enseñanza mixta y en línea de las matemáticas. Un conjunto de capítulos en los que se ofrece una buena perspectiva de los métodos, tendencias y posibilidades educativas asociados al aprendizaje de las matemáticas potenciado por la tecnología.

Con toda seguridad, en estos capítulos los profesionales dedicados a la enseñanza de las matemáticas encontrarán información y motivación con la que mejorar su labor docente mediante el buen uso de recursos informáticos y en línea.

## Sobre los editores del libro

Ángel A. Juan

[ajuanp@uoc.edu](mailto:ajuanp@uoc.edu)

Profesor asociado de Simulación y Análisis de Datos en los Estudios de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Investigador del Internet Interdisciplinary Institute (IN<sup>3</sup>). Es doctor en Matemática Computacional Aplicada por la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) y posee un máster en Tecnologías de la información por la UOC y un máster en Matemática aplicada por la Universidad de Valencia. Hizo una estancia predoctoral en la Universidad de Harvard y una etapa posdoctoral en el Centro de Transporte y Logística del MIT. Entre sus áreas de interés se hallan la simulación-optimización, el análisis de datos educativos y el *e-learning* de las matemáticas. Ha publicado más de cien trabajos sobre estas disciplinas en revistas, libros y actas de ámbito internacional. Es miembro de la sociedad INFORMS. Su sitio web personal es <http://ajuanp.wordpress.com>.

Universitat Oberta de Catalunya (UOC)  
Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación  
Rambla del Poblenou, 156  
08018 Barcelona  
España

María Antonia Huertas

[mhuertass@uoc.edu](mailto:mhuertass@uoc.edu)

Profesora asociada de Matemáticas y Representación del Conocimiento en los Estudios de Informática de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

María Antonia Huertas es doctora en Matemáticas por la Universidad de Barcelona. Tiene un posgrado en Sistemas de información y comunicación (UOC), y cursó estudios de posdoctorado en Lógica e Inteligencia Artificial en el Instituto de Lógica, Lenguajes y Computación de la Universidad de Amsterdam. Entre sus áreas de interés se cuentan la lógica, la representación del conocimiento, la enseñanza y el aprendizaje en línea y la enseñanza de las matemáticas. Ha publicado artículos y capítulos de monografías sobre estas disciplinas en revistas, libros y actas de ámbito internacional. Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación  
Rambla del Poblenou, 156  
08018 Barcelona  
España

*Sven Trenholm*

s.trenholm@lboro.ac.uk

Estudiante de doctorado del Centro de Enseñanza de las Matemáticas  
de la Universidad de Loughborough

Sven Trenholm fue profesor de Matemáticas a tiempo completo en la Universidad del Estado de Nueva York (SUNY) durante más de diez años, y es máster en Diseño curricular y tecnología educativa por esta misma universidad. Es licenciado en Ciencia con un diploma de Educación de las matemáticas por la Universidad McGill. Su investigación doctoral se centra en los sistemas de evaluación de docentes que imparten matemáticas en el ciclo superior y en la modalidad de *e-learning*. Otras áreas de interés son los diferentes enfoques entre disciplinas en cuanto a métodos de *e-learning*, el *e-lecturing* de las matemáticas, la eficacia del *e-learning* en cursos de cálculo aritmético básico y los aspectos psicológicos del *e-learning*. En estos ámbitos de interés ha publicado diversos artículos y ha presentado numerosos trabajos.

Mathematics Education Centre  
Loughborough University  
Leicestershire, LE11 3TU  
Reino Unido

*Cristina Steegmann*

csteegmann@uoc.edu

Estudiante de doctorado de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC)

Cristina Steegmann tiene una experiencia de más de diez años en la enseñanza de matemáticas por internet a estudiantes de ingeniería. Su investigación doctoral se centra en el *e-learning* de las matemáticas en el contexto del espacio europeo de educación superior. Como consecuencia de ello, ha participado en distintos proyectos de investigación sobre este tema y es coautora de varios trabajos y capítulos publicados en revistas y libros de ámbito internacional.

Universitat Oberta de Catalunya (UOC)  
Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación  
Rambla del Poblenou, 156  
08018 Barcelona  
España



## Sobre el autor de la reseña

*Hans Cuypers*

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Profesor asociado de Matemáticas Discretas de la Universidad Técnica de Eindhoven

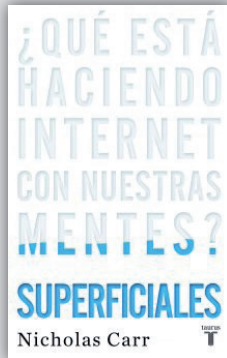
Hans Cuypers estudió matemáticas en la Universidad Radboud de Nijmegen y en la Universidad de Utrecht, en la cual obtuvo un doctorado. En el año académico 1989-1990 fue profesor visitante en la Universidad del Estado de Michigan. Al año siguiente impartió docencia en la Universidad de Kiel (Alemania). Desde septiembre de 1991, Cuypers es profesor titular en la Universidad Técnica de Eindhoven, en la que actualmente dirige el grupo de Álgebra y Geometría Discretas. Sus principales intereses matemáticos son el álgebra y la geometría discretas, en especial la geometría (finita), así como la teoría de grupos, la teoría de gráficos, la teoría de diseños, la combinatoria algebraica, el álgebra abstracta y aplicada, y el álgebra computacional. Sus intereses más recientes son las matemáticas interactivas y el *e-learning*. Más en concreto, un programa informático aplicado a las matemáticas interactivas, el MathDox, se ha diseñado bajo su dirección. Cuypers ha publicado más de setenta trabajos y tres libros sobre las investigaciones que lleva a cabo. Su sitio web personal es <http://www.win.tue.nl/~hansc/>.

Technische Universiteit Eindhoven  
Den Dolech 2  
5612 AZ Eindhoven  
Países Bajos



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## RESEÑA



## *Superficiales. ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?*

Nicholas Carr (2011).

Madrid: Taurus. 340 págs.

### J. Pere Molina Alventosa

[juan.p.molina@uv.es](mailto:juan.p.molina@uv.es)

Profesor TEU del Departamento de Educación Física y Deportiva (Universidad de Valencia)

Fecha de presentación: abril de 2011

Fecha de aceptación: julio de 2011

Fecha de publicación: enero de 2012

### Cita recomendada

MOLINA, J. Pere (2012). «Reseña del libro *Superficiales. ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?*, de Nicholas Carr» [reseña en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 190-193 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-molina/v9n1-molina>>

ISSN 1698-580X

### Resumen

Internet nos permite acceder a una cantidad de información como nunca antes habíamos conocido. Nicholas Carr nos propone en este libro una reflexión sobre el coste intelectual que supone la cesión de ciertos procesos cognitivos a esta tecnología. Nos advierte de que el uso de Internet y sus aplicaciones para la búsqueda y recopilación de información pueden estar teniendo un impacto negativo en nuestros procesos de pensamiento profundo y creativo.

### Palabras clave

tecnologías intelectuales, internet, texto electrónico, conocimiento, mente

## *The Shallows. What the Internet is Doing to Our Brains*

### **Abstract**

*The Internet gives us access to a wealth of information as we have never seen before. In this book, Nicholas Carr offers a reflection on the intellectual cost involved in the transfer of certain cognitive processes to that technology. He warns that the use of the Internet and its applications in information search and gathering may be having a negative impact on our processes of deep and creative thought.*

### **Keywords**

*intellectual technologies, Internet, electronic text, knowledge, mind*

La universidad, que es la institución social más directamente implicada en el desarrollo y difusión del conocimiento, se está viendo obligada a reaccionar ante los nuevos planteamientos de acceso, producción y trasmisión del conocimiento que representa internet. En los últimos años estamos asistiendo a una expansión en el uso de internet y de sus múltiples y eficientes utilidades de acceso a la información dentro del trabajo académico universitario. En muy poco tiempo se ha convertido en habitual recurrir a entornos educativos virtuales, cursos no presenciales en línea, revistas electrónicas, uso de recursos de la web 2.0 para la enseñanza-aprendizaje, uso de motores de búsqueda de información, bases de datos y un sinfín de posibilidades que nos ofrece la conexión a internet. El acceso a la información es más fácil y rápido que nunca, pero un cambio tan importante tal vez esté afectando a cualidades del conocimiento que se adquieren con el uso de estas herramientas. Esta es la cuestión que plantea y que trata de responder el libro *Superficiales. ¿Qué está haciendo Internet con nuestras mentes?* de Nicholas Carr.

La respuesta de Carr parte de un par de ideas ya planteadas por Marshall McLuhan en *Comprender los medios de comunicación: las extensiones del ser humano*. Cuando hablamos de medios tecnológicos, convencionalmente no tendemos a valorarlos en sí mismos como buenos o malos, sino que lo hacemos en función de su contenido o de su uso. Consideramos así que el contenido de un medio importa más que el medio en sí mismo a la hora de influir en nuestros actos y pensamientos. Y asumimos también que, dependiendo del uso que se haga de un medio tecnológico concreto, éste podrá tener consecuencias positivas o negativas. Sin embargo, para McLuhan, los medios tecnológicos además de ser canales de información que proporcionan el material del pensamiento, también modelan nuestro proceso de pensamiento. Así pues, independientemente del modo en que derive la utilización de un medio tecnológico, tan solo con usarlo ya estamos sujetos a una transformación.

El siguiente paso que da Carr es aportar pruebas empíricas a partir de estudios de neurología que muestran la enorme plasticidad del cerebro gracias a la posibilidad de interconexión de las neuronas a través de enlaces sinápticos. Esto permite a nuestros cerebros adaptarse y reorganizarse desconectando unas neuronas y conectando otras. Los estudios neurológicos demuestran que todas las actividades mentales tienen una repercusión biológica en nuestros cerebros, estableciendo nuevas

conexiones neuronales. De esta manera, la utilización de cualquier tecnología exige un tipo de actividad mental que provoca cambios biológicos en las conexiones neuronales de nuestros cerebros.

En la elaborada respuesta de Carr, también se dedica un espacio al análisis de algunos ejemplos de tecnologías como los alfabetos, los mapas, los relojes o las brújulas que, a la vez que han supuesto beneficios prácticos, han afectado a nuestros procesos de pensamiento. Una de las tecnologías intelectuales de mayor influencia en las sociedades modernas ha sido la imprenta, que durante más de cinco siglos ha sido la principal responsable de elaborar, almacenar y transmitir el conocimiento a través de sus productos. La invención de Gutenberg supuso una expansión del lenguaje y de las posibilidades de pensamiento que hasta entonces había quedado reservada a una élite cultural. El libro impreso es una tecnología que exige centrar en ella la atención y fortalece la capacidad de pensamiento abstracto, profundo y creativo. Sin embargo, a mediados del siglo xx comienza a gestarse un cambio sociocultural con la dedicación de mayor tiempo y atención a medios de entretenimiento eléctricos y electrónicos como la radio, el cine, el fonógrafo o la televisión. Tecnologías que podían desplazar, pero no sustituir, dadas sus limitaciones en la transmisión de la palabra escrita, a los libros impresos en papel... Pero la llegada de los ordenadores y, más tarde, su posibilidad de conexión a internet supone una revolución en la transmisión de la palabra escrita. Este es el aspecto sobre el que el autor centra su respuesta.

Para Carr, «el tránsito de la página a la pantalla no se limita a cambiar nuestra forma de navegar por un texto. También influye en el grado de atención que prestamos a un texto y en la profundidad en la que nos sumergimos en el mismo» (págs. 114-115). Por ejemplo, los enlaces o hipervínculos de un texto captan nuestra atención invitándonos a pulsarlos y abandonar el texto en el que estamos inmersos, con lo que terminan distrayéndonos e impidiendo dedicarle una atención sostenida al mismo. Internet nos abre las puertas a una biblioteca de información sin precedentes, por tamaño y alcance, y nos permite deambular y encontrar con suma facilidad lo suficiente de cualquier tema que se nos ocurra, pero, a la vez que le cedemos este esfuerzo mental, también estamos disminuyendo la capacidad de conocer con profundidad una materia por nosotros mismos. A medida que vamos cediendo procesos de pensamiento a las utilidades de internet, también estamos mermando el potencial de nuestro cerebro. El paralelismo que establece Carr como ejemplo es contundente: «Cuando un obrero que se dedica a cavar zanjas cambia su pala por una excavadora, los músculos de su brazo se debilitan, por más que él multiplique su eficiencia. Un intercambio muy similar podría estar llevándose a cabo cuando automatizamos el trabajo de la mente» (pág. 260). A la vez que nos ofrece numerosas posibilidades, internet también nos impone limitaciones. Cuanto más usamos internet, más amoldamos nuestra mente a su forma y su función.

El libro está repleto de continuas referencias y ejemplos donde el autor justifica cada una de sus arriesgadas aseveraciones. Su lectura es muy sugerente y más que recomendable en el ámbito universitario. Es una excelente oportunidad para plantearnos lo que conlleva para el conocimiento y para nuestros procesos de pensamiento la imperceptible y cada vez mayor dependencia de esta tecnología intelectual.

### Sobre el autor del libro

Nicholas Carr es un ensayista estadounidense especializado en temas de tecnología, cultura y economía. Fue director del *Harvard Business Review*. Actualmente forma parte del consejo editorial de la *Enciclopedia Británica* y del consejo directivo del Proyecto de informática en nube del Foro Económico Mundial (World Economic Forum's Cloud Computing Project). Ha publicado artículos en *The Atlantic*, *The Guardian*, *The New York Times*, *The Wall Street Journal*, *The Financial Times*, *The Times of London* o *Die Zeit*, entre otros. En 2004 publicó *Las tecnologías de la información ¿son realmente una ventaja competitiva?* y en 2008 *El gran interruptor. El mundo en red, de Edison a Google* (2008), dos libros que ya suscitaron polémica.

### Sobre el autor de la reseña

J. Pere Molina Alventosa

[juan.p.molina@uv.es](mailto:juan.p.molina@uv.es)

Profesor TEU del Departamento de Educación Física y Deportiva (Universidad de Valencia)

Ha participado en varios proyectos de innovación educativa relacionados con el uso de blogs en la universidad.

Universidad de Valencia

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

C/ Gascó Oliag, n.º 3

46010 Valencia

España



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## RESEÑA



## *Diseño y moderación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA)*

Juan Eusebio Silva (2011).

Barcelona: Editorial UOC. 166 pág.

**Jesús Salinas**

[jesus.salinas@uib.es](mailto:jesus.salinas@uib.es)

Universidad de las Islas Baleares

Fecha de presentación: agosto de 2011  
Fecha de aceptación: septiembre de 2011  
Fecha de publicación: enero de 2012

### Cita recomendada

SALINAS, Jesús (2012). «Reseña del libro *Diseño y moderación de entornos virtuales de aprendizaje (EVA)*, de Juan Eusebio Silva» [reseña en línea]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, n.º 1, págs. 194-197 UOC. [Fecha de consulta: dd/mm/aa].  
<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-salinas/v9n1-salinas>>  
ISSN 1698-580X

### Resumen

La obra del profesor Silva que presentamos se ocupa de dos de los aspectos centrales del binomio enseñanza-aprendizaje en ambientes tecnológicos: el diseño de las intervenciones didácticas en dichos entornos y la generación y desarrollo de la comunicación y facilitación del aprendizaje.

### Palabras clave

diseño, moderación, entornos virtuales de aprendizaje

## *Design and Moderation of Virtual Learning Environments (VLE)*

### **Abstract**

*In this book, professor Silva reflects on two core aspects of the teaching-learning process in technology-mediated environments: the design of teaching interventions, and the generation and development of learning facilitation and communication.*

### **Keywords**

*design, moderation, virtual learning environments*

La obra del profesor Silva que presentamos se ocupa de dos de los aspectos centrales del binomio enseñanza-aprendizaje en ambientes tecnológicos: el diseño de las intervenciones didácticas en dichos entornos y la generación y desarrollo de la comunicación y facilitación del aprendizaje.

Aunque el título hace referencia a entornos virtuales de aprendizaje, se entiende que lo que se pretende es trasladar el énfasis de la enseñanza al aprendizaje, con la idea de innovar en el proceso de enseñanza.

En dicho proceso, cuando se desarrolla total o parcialmente en entornos virtuales, el núcleo lo constituye el contexto, la situación, el escenario de aprendizaje, que es donde se desarrolla la enseñanza, desplegando metodologías y relaciones de comunicación. Cada situación didáctica, sobre todo desde la perspectiva del aprendizaje, ofrece una combinación única e irrepetible de los elementos curriculares y cada situación requiere una estrategia también única que resultará del conjunto de decisiones que desarrolla el docente en las fases de planificación y aplicación de la metodología. El diseño de este entorno y sus elementos es clave y se va desgranando a lo largo de esta obra.

En dicho contexto y situadas en el *continuum* que va desde las metodologías prefabricadas –construidas, formuladas formalmente, prescriptivas– hasta las metodologías artesanales –que el profesor va construyendo y ajustando–, se puede pensar en un espectro de estrategias que abarcan desde metodologías en el entorno virtual con pasos bien descritos –que han de ser gestionadas por un tutor o e-moderador– hasta metodologías que son propiedad del profesor y que se construyen a partir del análisis y la toma de decisiones sobre la situación concreta y sobre los distintos elementos del proceso didáctico –características individuales de los estudiantes, contenido, entorno, contexto.

La consideración de todos estos elementos, tanto desde la perspectiva teórica, como sobre todo desde la reflexión y las propuestas a partir de modelos contrastados y de la práctica, ocupa los primeros capítulos de esta obra.

Complementando este aspecto, la segunda parte está enfocada al papel del tutor: la gestión de la comunicación, la facilitación de la elaboración, la construcción, la colaboración y el intercambio, aspectos que conforman la moderación en un entorno virtual.

En definitiva, estamos ante un libro que aporta una mirada distinta al complejo proceso de la intervención pedagógica en procesos de aprendizaje que se desarrollan en entornos virtuales. Por ello, puede ser útil para cualquier profesional de la educación que se sienta involucrado en procesos de innovación educativa relacionados con las TIC, como estudiantes de carreras relacionadas con la educación.

### Sobre el autor del libro

*Juan Eusebio Silva Quiroz*  
Universidad de Santiago de Chile

Profesor de estado en Matemática y Computación por la Universidad de Santiago de Chile. Posee los grados académicos de licenciado en Educación en Matemáticas y Computación y magíster en Ingeniería informática, ambos por la Universidad de Santiago de Chile, y doctor en Pedagogía (Programa multimedia educativo) por la Universidad de Barcelona, grado que obtuvo con calificación de *sobresaliente cum laude*. Desarrolló su tesis doctoral en la temática del análisis de interacciones docentes en los espacios virtuales de aprendizaje.

En la actualidad es académico del Departamento de Educación y director del área virtual del Comenius de la Universidad de Santiago de Chile, uno de los seis centros zonales de la Red Enlaces del MINEDUC.

Ha publicado artículos en revistas nacionales e internacionales en materias relacionadas con: integración curricular de TIC, formación continua de docentes en espacios virtuales, rol del tutor en los EVA, estándares TIC para la formación docente, diseño de EVA. Ha participado en conferencias y ponencias en congresos nacionales e internacionales.



## Sobre el autor de la reseña

*Jesús Salinas*

[jesus.salinas@uib.es](mailto:jesus.salinas@uib.es)

Universidad de las Islas Baleares

Jesús Salinas es profesor de educación general básica por la Universidad de Zaragoza y doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad de las Islas Baleares. Es catedrático de Tecnología Educativa del Departamento de Ciencias de la Educación de dicha Universidad. Director del máster de Tecnología educativa: *e-learning* y gestión del conocimiento. Coordinador del doctorado interuniversitario en Tecnología Educativa.

Ha participado en numerosos proyectos de investigación relacionados con la tecnología educativa, ha publicado numerosos trabajos relacionados con este tema, tanto en libros propios como en capítulos de libro o artículos en revistas científicas, y ha dictado numerosas conferencias y ponencias en congresos relacionados con las tecnologías y la educación.

<http://gte.uib.es/pape/gte/users/jsalinas>

Universidad de las Islas Baleares

Ctra. de Valldemossa, km 7,5

07122 Palma

España



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.

## Editorial

### Josep M. Duart

Vice President for Postgraduate Studies and Lifelong Learning, Open University of Catalonia (UOC)  
and director of RUSC

In the number we are presenting now, the first one in the ninth year of our Universities and Knowledge Society Journal *RUSC*, there are several major new features and changes that we hope our subscribers and readers will like.

Firstly, we have changed and improved the journal's header. After a period of reflection, the journal's Editorial Board, Director and Editorial Secretary decided on a header in which the acronym *RUSC* acquires greater prominence and a more contemporary look. The name of the journal appears in Spanish and English, which is a clear indication of our commitment to publish all articles in both languages, and the three concepts that are key to the focus of *RUSC* are highlighted: network, university and e-learning. We hope you like the result!

The second new feature of *RUSC* from 2012 is the adoption of the Digital Object Identifier (DOI) System for identifying content objects in the digital environment. Each DOI unmistakably and persistently identifies the object with which it is associated, and allows digital object citations to be identified. As an ISO standard, it represents yet another step towards the journal's standardisation. For more information, please go to [www.doi.org](http://www.doi.org).

Thirdly, we have added the option to print an issue in its entirety, including the front cover.

Besides these new features, which undeniably improve *RUSC*'s publication and facilitate its positioning as a journal of reference in the field of university e-learning research, we have improved our indexing references. Having recently been incorporated into the bibliographic database Scopus, *RUSC* has attained a higher dissemination index in the *Matriz de Información para la Evaluación de Revistas* (MIAR, Information Matrix for Journal Evaluation), which now stands at 7.345 (<http://miar.ub.es/consulta.php?issn=1698-580X>). This improvement in the secondary dissemination compound index (ICDS) will allow *RUSC* to be reclassified into category B in the next update of the CARHUS Plus+ lists (AGAUR, Agency for Management of University and Research Grants).

At *RUSC*, work on the journal's internationalisation continues. In this regard, in 2012 we plan to sign international agreements with important institutions that will allow us to raise the quality and increase the periodicity of the journal.

Between January and November 2011, *RUSC* had a mean of 9,957 visits and a mean of 5,891 users. The total number of PDF downloads in that period was 23,886.

*RUSC* has 1,587 subscribers, and we would like to thank each and every one of them for their trust and interest in the journal.

Finally, we would like to present this number, which we hope you will find interesting. In the Research Articles section, we are publishing:

- "University Students' Digital Reading and Writing Migration" by L. A. Argüello.
- "Preservation of Learning Objects in Digital Repositories" by J. Boté and J. Minguillón.
- "University Teaching in the 2.0 Era: Virtual Campus Teaching Competencies" by M. E. del Moral and L. Villalustre.
- "Social Networks and University Spaces. Knowledge and Open Innovation in the Ibero-American Knowledge Space" by D. Domínguez and J. F. Álvarez.
- "Wikis in Teaching: An Experiment with WikiHaskell and StatMediaWiki" by M. Palomo, I. Medina, E. J. Rodríguez and F. Palomo.

And the Dossier section of this number is about mathematical e-learning. Coordinated by Ángel A. Juan and María Antonia Huertas (Open University of Catalonia, UOC), Hans Cuypers (Eindhoven University of Technology) and Birgit Loch (Swinburne University of Technology, Melbourne), the Dossier offers an interesting selection of five articles (originals in English and translated versions in Spanish) providing a complete, international view of the latest advances in mathematical e-learning:

- "The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics: A Case Study in the Netherlands" by D. T. Tempelaar et al.
- "A Knowledge-Skill-Competencies e-Learning Model in Mathematics" by G. Albano.
- "Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics for Computer Science" by J. L. Ramírez et al.
- "Distance Training of Mathematics Teachers: The *Early Statistics* Experience" by M. Meletiou-Mavrotheris and A. Serradó.
- "On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses" by M. Blanco and M. Ginovart.

The Dossier also includes a review by H. Cuypers of the book *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, which has recently been published by IGI Global.

And finally, two reviews of new books conclude this January 2012 number.

## ARTICLE

# University Students' Digital Reading and Writing Migration

**Luis Alfonso Argüello Guzmán**

[luis.arguello@campusucc.edu.co](mailto:luis.arguello@campusucc.edu.co)

Universidad Cooperativa de Colombia

Submitted in: February 2011

Accepted in: June 2011

Published in: January 2012

## Recommended citation

ARGÜELLO, Luis Alfonso (2012). "University Students' Digital Reading and Writing Migration" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 200-216 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-arguello/v9n1-arguello-eng>>

ISSN 1698-580X

## Abstract

This paper discusses the impact of new electronic media on young university students' reading and writing habits. The methodological design is ethnographic and involved an observation register of reading and writing situations. The analysis was based on several categories: written-material culture, text-screen interaction, intertextuality, digital migration and the convergence of literacies. The results show that the digital migration of university readers and writers is evident from the way they structure a document, from Google's influence on the search for and selection of documentary and bibliographic sources, and from the way they incorporate citations in texts.

## Keywords

digital natives, digital screens, written-material culture, young university students

## *Migraciones digitales de lectura y escritura en estudiantes universitarios*

### *Resumen*

*Este texto presenta un fenómeno comunicacional de lectura y escritura en el horizonte de los nuevos medios electrónicos. El diseño metodológico es de carácter etnográfico por cuanto se ha realizado un registro de observación de situaciones de escritura y lectura. El análisis se realiza a partir de las categorías de cul-*

*tura material escrita, interacción texto-pantalla, intertextualidad, migraciones digitales y convergencia de alfabetos. Los resultados se hacen evidentes en las migraciones digitales del lector y escritor universitario al organizar una página, en la influencia de Google en la búsqueda y selección de fuentes documentales y bibliográficas, así como en la forma de incorporar citas en los textos.*

### ***Palabras clave***

*nativos digitales, pantallas digitales, cultura material escrita, jóvenes universitarios*

## **Introduction**

### **1. Field of inquiry**

The convergence of digital screens has familiarised young people with ICT-mediated lifestyles. From this perspective, the questions that arise are:

- *What communicative interactions and digital interactivities do young university students construct around the electronic screens that mediate in their textual production?*
- *Do electronic screens structure young university students' textual production?*
- *What are young university students' reading and writing practices?*

### **2. Background**

The prior research on which this article is based requires an acknowledgment of three referential domains: *young people, screens and digital media; the Internet and young university students; and university reading and writing practices.*

#### **2.1 Young people, screens and digital media**

Research on *young people, screens and digital media* has generated a wealth of studies in Latin America. These studies have gradually forged concepts such as *jóvenes.com* (akin to Generation Z), the *multimedia generation* and the *digital generation*. Professor María Teresa Quiroz has published two books entitled *Jóvenes e Internet. Entre el pensar y el sentir* (2004) and *La edad de la pantalla. Tecnologías interactivas y jóvenes peruanos* (2008). The setting for the first one was the city of Lima, and it deals with the city's schoolchildren's thoughts on and feelings about television, computers, video games and the Internet. Based on interviews and focus groups, it explores the schoolchildren's conceptions of books, virtual communication (chats, instant messaging), schools, teachers, the country and their own life projects. The second books deals with the changes arising from ICT access and use, and new forms of sensibility, taking schools and new communication media as the reality, although the work settings were Chiclayo (a city on the coast), Iquitos (a city in the rainforest) and Cusco (a city in the mountains).

The article "Navigators and castaways in cyberspace: psychosocial experience and cultural practices in schoolchildren's appropriation of the Internet" by José Cabrera Paz (2001) forms part of a research project that comes under the "PAN-LAC Small-Grant Program on ICT Research Issues". It explores the Internet's incorporation into school culture and Internet use. The methodological design had a psychosocial approach based on an ethnographic qualitative model. Seventy-six interviews were conducted in six schools in Bogotá (Colombia) and a focus group comprising 16 participants was held.

In Bolivia, work has been undertaken on the "ICT for Development" research line. Researchers Patricia Uberhuaga Candia, Orlando Arratia Jiménez and Mariela García Miranda did a study on young people from Cochabamba (2005 and 2006). The results were published in two books: *Entre lo colectivo y lo individual. El puente de transición de las identidades de los jóvenes en el uso del Internet* (2005) and *Jóvenes.com. Internet en los barrios populares de Cochabamba* (2006). The first one explores the impact of ICTs, Internet use and its expression in the subjectivity of young Bolivian people from three working-class neighbourhoods of Cochabamba. The second one deals with the cultural practices inherent to the working-class neighbourhoods of Cochabamba and young people's interaction with the Internet for entertainment purposes.

Roxana Morduchowics wrote the book entitled *The Multimedia Generation. Young People's Cultural Meanings, Consumptions and Practices*, in which she offers an insight into how new generations use ICTs. The book is based on a survey carried out in Argentina on a sample of 3,330 young people, 3,300 adults and 3,300 households, under the Ministry of Education's "Schools and Media" programme. The book explores the cultural meanings, uses and practices of *watching television, listening to music, reading books, talking on mobile phones and surfing the Internet*.

Research on *young people, screens and digital media* has also generated a wealth of important works in Canada, France, the United Kingdom, the United States and Norway. The works entitled "Les jeunes et Internet: Représentations, usages et appropriations" (2001) by Évelyne Bevert and Isabelle Bréda, and "Les jeunes et Internet. Représentations, utilisation et appropriations" (2001) by Jacques Piette, Christian-Marie Pons, Luc Giroux and Florence Millerand contain the results obtained in France and Canada (Québec) of a joint project on "Young People and the Internet" involving France, Canada (Québec), Belgium, Spain, Italy and Switzerland.

The first one was undertaken in Paris (a large city) and La Rochelle (a small city); the second one was undertaken in Montreal (a large city) and Sherbrooke (a small city). The parameters of the joint reports' common protocol were to explore young people's representations of the Internet phenomenon, online content, and the social, family and school impact of Internet use. In addition, the work examined the appropriation of Internet technologies in daily life on the basis of conducts, learning methods, media consumption habits and attention. Finally, they ascertained frequency of use, duration of connection, and place and conditions of access. The methodological design was based on a questionnaire and interviews (24 in both cases), with a sample of 524 young people (for the French part) and 576 young people (for the Canadian part).

The work entitled "Living and Learning with New Media: Summary of Findings from the Digital Youth Project" (2008) is the summary publication of results from the "Digital Youth Research" project

undertaken in the United States under the guidance of anthropologist Mimi Ito at the University of California, Irvine. The results identified three kinds of participation: “hanging out” (a conduct of young internauts who use messages with digital tools to keep in touch with their friends without any pre-established intention), “messaging around” (an interactive social practice in which young surfers search for online information without any prior intention, with access to online digital resources) and “geeking out” (a digital social practice of surfing under the expertise of digital tools and participation in specialist communities of online experts). In the project design, 659 semi-structured interviews were conducted, 28 study diaries were kept and focus groups comprising 67 participants were held. There were also 10,468 Myspace and Facebook profiles, and 15 online focus group discussion forums.

“Young people, new media” by Sonia Livingstone and Moira Bovill (1999) is the final report of the “Children, Young People and the Changing Media Environment” project undertaken in the United Kingdom. This project was undertaken on the basis of category references that went from childhood to childhood and youth, from television to the media ecosystem, and from the impact to the uses and meanings of media. It explored new media in relation to social change in accordance with the public/private context, lifestyle diversity, activity convergence (work, relationships and education) and changes in modes of communication. The project’s methodological design had a qualitative phase (interviews conducted with the more than 200 children and young people in 27 groups) and a quantitative phase (a questionnaire completed by 1,303 children).

“Onliners. A report about youth and the Internet” by Taran L. Bjørnstad and Tom Ellingsen (2004) is a report on research undertaken in Norway for The Norwegian Board of Film Classification on young people and Internet use in accordance with various parameters: role, uses and meanings, and encounters between available content and personal preferences in terms of content use. The study dealt with young people’s initial contact with the Internet, places of use, e-mail (Hotmail), chats, online gaming, the Internet and Obvies (music downloads), the Internet and school culture, and uses of available content. The methodological design employed a qualitative approach. In the research process, the researchers selected a school A and a school B. The Internet was a focal area of teaching in school A but not in school B. In total, interviews with 40 pupils (years 8 and 10) were conducted.

## 2.2 The Internet and young university students

Research on *the Internet and young university students* has left a trail of works in which *representations, uses and meanings of the Internet* are studied. The report entitled “Patrones de uso de internet en estudiantes universitarios” by Montserrat Sánchez Ortuño, María Raquel Sánchez Ruiz and Agustín Romero Medina (2000) contains the research results of a project that analysed differences in accordance with several variables of Internet use: the most commonly used applications, reasons for connecting, session duration and addictive Internet use. The methodological design involved a survey of 113 students at the University of Murcia.

“Uso de internet por los estudiantes de la Universidad Autónoma de Madrid” by Eva Medina and José Vicens Otero (2002) analysed Internet use by students at the Autonomous University of Madrid. It was about professional and academic use, and the most commonly used services were e-mail,

general information searches and study information searches. The research design was based on a sample of 765 surveyed students from a variety of faculties and schools (Teacher Training, Medicine, Law, Psychology, Philosophy, Economics, Chemistry, Biology, Physics and Information Technology).

"Conocimientos, habilidades y características del acceso a Internet en estudiantes de medicina de una Universidad Peruana" by Pedro Horna, Walter Curioso, Carlos Guillén, Carla Torres and Jorge Kawano is an article that examines knowledge, skills and the Internet access characteristics of Medicine students at Cayetano Heredia Peruvian University. The most commonly used services were e-mail and gaming. The students had no command of tools focusing on health-related information searches. The research design was structured around a survey of 272 Medicine students (out of an enrolled total of 690).

### 2.3 University reading and writing practices

Research on *university reading and writing practices* involves several variables, such as access to texts, reading habits and frequency, and text types. "Realidad y simulación de la lectura universitaria: el caso de la UAEM" by Guadalupe Carrillo Torea (2007) is an exploratory study based on surveys conducted with students at the Autonomous University of Mexico State to ascertain their reading levels, their reading defects and the projection of their cultural levels. The research design was structured around a survey.

"Las prácticas de lectura en estudiantes universitarios" by Ana Teberosky, Joan Guhrdia and José Escoriza (1996) reports on exploratory research into study reading practices, or exercising study reading skills, in a sample of 243 Psychology students and 156 Teacher Training students at the University of Barcelona. It also describes the study and reading materials that the students used for their courses, as well as the availability of such materials in the library. The methodological design was based on an indirect measurement test of exposure to reading materials and its correlation to the university students' academic levels. The conclusion drawn from the research was that the future of reading in higher education could be categorised into three types: superficial reading, which only extracts information for an exam; fragmentary reading, which severs the relationship between the content and the medium; and anonymous reading, in which titles and/or authors are unknown.

*Lectura y escritura en la universidad: una investigación diagnóstica* by Mireya Cisneros (2005) is a book published following the research project entitled "Estrategias de lectura y escritura usadas por estudiantes que ingresan a la universidad". The project was structured around a corpus of expository and argumentative texts read by 1,413 students at the Technological University of Pereira, with whom work was undertaken on reading comprehension and text construction processes.

The book entitled *Lecturas y escrituras juveniles. Entre el placer, el conformismo y la desobediencia* by Giovanna Carvajal Barrios (2008) presents the results of a research project on young university students' reading practices in the context of cultural consumption and production processes. The research examined the reading and writing practices of five students at the University of Valle, as well as their modes of reading and writing. The methodological design was qualitative in nature, and the five cases were registered through discussion groups and in-depth interviews.



## Methodology

### 3. Methodological design

This qualitative research was structured around the observation and monitoring of communicative and educational situations, the description of textual representations and the systematisation of descriptive notes.

In order to organise the focus groups, the topics of discussion were the Communicative Competencies and Research Design courses that the students took in the first and second academic periods of 2009. There were three focus groups:

- Group 1: "University Readers and Writers", comprising 11 students.
- Group 2: "The Internet in Universities", comprising 11 students.
- Group 3: "Evaluation of Books", comprising 33 students.

In the focus groups, interviews were conducted with 20 students on the Systems Engineering academic programme's Communicative Competencies course that the students took in the first and second academic periods of 2009.

The students forming part of these focus groups were young people aged 16-21 from the urban and suburban catchment areas of the university. Their personal technology appropriation traits were defined by the ownership of mobile devices that they brought with them to the university, as well as by having competencies to access social networks and websites.

Textual information for the documentary register was collected for the first academic period of 2008, the second academic period of 2008 and the first academic period of 2009 through assignments for the Formulating Research Projects course on the Systems Engineering academic programme. In the first academic period of 2008, six hardcopy and electronic assignments (the latter attached as files to e-mails) were registered. In the second academic period of 2008, nine hardcopy and two electronic assignments (the latter attached as files to e-mails) were registered. In the first academic period of 2009, five hardcopy and electronic assignments (the latter attached as files to e-mails) were registered. In the second academic period of 2009, 20 hardcopy assignments were registered.

### 4. Analysis categories

The questions that need to be posed here are: Which angle of analysis should be adopted in order to approach the complexity of adolescent events associated with an academic world that has fixed the printed word in books? And how do these young people turn reading and writing into a subject of interconnection and intertextuality?

The matter of interconnection deals with the young university students' links to an interactive world that generates rites of passage from an analogue culture to a digital culture. The matter of

intertextuality questions hardcopy textual production, taking account of the shift from text written down on paper to the production of documents on the surface of a screen.

In this web of concepts, attempts are made to study the university students' answers, uses, practices, habits and endeavours in reading and writing processes on the basis of the following analysis categories: written-material culture, text-screen interaction and digital migration.

#### 4.1. Written-material culture

A textual culture is evident in hardcopy and on-screen inscriptions that structure the cognitive domains of reading and writing processes (Chartier, 1995; Vanderdorpe, 2003) in the light of new media for reading, writing, looking up and processing textual information, and in the light of a type of written-material culture (Petrucci, 2003). This textual evaluation means distinguishing, as Raffaele Simone (1998, 2001) does, between books as a closed textual medium and text as a material surface open to any medium.

#### 4.2 Text-screen interaction

The on-screen display and manipulation of text, or its 'screenisation' (Turkle, 1998; Levis, 2009), together with the transformation of the reading and writing medium, is evident in a new generation of young people whose cultural capital focuses on popular things and on electronic media (Morduchowics, 2003; Buckingham, 2000); these are the young people who instigate a discursive interaction between human beings and computers (Herrings, 2001).

#### 4.3 Digital migration

In the context of the research on which this study is based, the digital migration of the students (digital natives) does not go through the linear sequences of the print culture (Mead, 1970). Rather, the students interconnect by means of the electrification and digitisation of the mind; a mind that is connected to surfing, searching and browsing networks. At this level, there are two vocabularies and two literacies that come together in a clash of generations (Mead, 1970): analogue hardcopy and digital on-screen text. This gives rise to an ontological and semantic regime of digital natives and immigrants (Prensky, 2001; Boschma, 2008; Montgomery, 2006; Palfrey & Glasser, 2008).

## Results

### 5. Digital reading and writing migration

The rise of the Internet has changed the way we look up documentary and bibliographical sources to write university assignments. In its unlimited space of search potential, it is possible to find digital

books, electronic periodical publications, specialised databases, and content and search websites that help us locate topics, texts and authors.

University students reading and writing processes leave a trail of the value they place on books as learning objects, of Internet use and access habits in universities, and of texts that interact with other texts (referred to here as "digital palimpsests").

### 5.1 Evaluation of books

Books are still the point of reference from which young university students value reading processes. This indicates that, in spite of not having strong linear reading habits, students consider books as an immediate reference, associated with the processing of information that is not available in its entirety. Books are still the constituent axis of searching for information for study purposes.

**Student N:** *Books give more comprehensive information about lecture topics, the Internet only gives summarised information... there are so many documents on the Internet about the same topic... a book is more comprehensive.*

**Student J:** *Well, Mr Argüello, books are very important for studying... but they're not fun... take Penney's Calculus, for example... the Calculus book isn't fun.*

Books are at an intersection of interests, between being fun and existing as physical objects of compulsory reading. In this move, they are perceived as physical objects associated with compulsory reading for the purpose of studying lecture topics.

**Student M:** *Students don't like the books our lecturers bring to lectures... and the worst thing is that they bring us blurry – and even scrappy – photocopies... without any titles and without knowing who wrote them... so reading is really boring... and then what do I do? Well, I enter the name of the author and the title of the photocopied book... everything comes up on Google...*

On this point, books as objects of knowledge are valued for their curricular practicality because access to information is limited to course content, so the content is cross linked and there is proximity between the content of the book and of the course. At this level, an encounter between two modes of access to academic information takes place: from books, which are limited and course focused, and from the Internet, which is open and complementary to course content.

**Student J:** *(continued)... The Calculus book isn't fun... and the answers to the exercises are on the Internet... what the lecturer explains on the board is sometimes so confusing that it's easier to do with simulations on computer screens... there may be exercises in the book that are easier to see on maths web pages.*

When evaluating books as textual complements available in various formats, students add a component of compulsoriness to hard copy books. They consider books to be restricted, didactic objects of knowledge, which discourages them from approaching them. For the university students, books carry the burden of seriousness and difficulty associated with study reading, within the context of a university schooling tradition that has encouraged the association books with *study reading* as a compulsory academic activity.

**Student N:** *... it's not that we don't read... if the books we use on Systems are practical... there isn't time to think about the Calculus book... or about the one on Operating Systems... some lecturers don't even bring us a reading list... and some don't even hand out the course programme... you need time... and patience to get into a book... I work on and read the lecture stuff...*

## 5.2 The Internet in universities

Students' Internet use in universities is proportionate to the impact of personal meanings and uses of Internet services, owing to the newness and up-to-date nature of the information viewed on social-contact and information websites' pages. Internet uses are evaluated on the basis of access to personal contacts and information searches in accordance with the individual interests of each student.

**Student L:** *If students don't know how to surf the Internet... how do they do the assignments they are asked to do in lectures? All the information is on the Internet... if they don't know how to use it, how do they do their assignments?*

Here, it is possible to observe that the students evaluate certain parts to refer to the whole: a service (Messenger) is taken as the Web as a whole, and a utilitarian function is assigned to it (doing university assignments).

Thus, it is found that when students access the digital screen, they do so in accordance with certain sequentiality criteria involving the same interests of attention and connectivity: this conduct is regulated by the type of service that they access first (Messenger) and by the one that they access last (Google).

**Student V:** *... when I go into the university's Systems room, I get anxious because I can't see Messenger... so that's why, when I'm in the Systems room, I only use the computer to open Google... to open tabs... to choose paragraphs... to copy stuff to hand in an assignment... I feel fine on my own computer because I can see Messenger while I'm doing a university assignment.*

In terms of access and availability, accessing the Internet from a public place (the university's IT Systems room) is not that same as accessing it from home, although, according to focus Group 2 "The Internet in Universities", the routine is the same.

**Student K:** *It's like this Mr Argüello, I turn my computer on... if I'm in my room, of course... the first screen is Messenger, I open YouTube to watch some videos, check out Facebook and then I open Google to search for information for an assignment...*

**Student B:** *At home, everyone shares the computer... when I get back from university, the first thing I do is go onto Messenger to chat with my friends about what has happened to us during the day... on Facebook I try to find about a cousin who lives in another city... I leave my university work to last, and I do it in the Systems room...*

The university students have three spatial routines for accessing the Internet: from the university's IT Systems Department's computer rooms, from computers installed in the Library's rooms and the from the classroom (using Wi-Fi).

## 6. Digital palimpsests

For university readers and writers who take recourse to Internet file and storage resources, reading is associated with the fragmentation of documents. This practice turns a fragment into an intertext without any author or publisher references or any explicit title. However, the result of selecting and incorporating fragments into a blank document is that the stability of the closed text is destroyed.

In a university academic assignment, this textual instability of the on-screen register of writing could be called a 'digital palimpsest', owing to the fact that the university students reuse fragments of digitised texts. In other words, they copy and paste fragments to a file that they then delete and forget about. The surface of the text (on paper or on screen) becomes a 'digital palimpsest' when the student structures an on-screen document by using fragments of digitised texts like a collage.

### 6.1 Searching for documentary and bibliographical sources

Of the 25 documents reviewed, seven have bibliographical references with the entries:

- [www.google.com.co](http://www.google.com.co)
- <http://www.monografias.com/.../tesisgrado/tesisgrado.shtml> [tesismonografias.blogspot.com/](http://tesismonografias.blogspot.com/)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/informaci%C3%B3n>

These entries correspond to a search query requested by the lecturer to review textual structures on how to draft a monograph. Their transcription is given in terms of the address (domain name and route), but no account is taken of the document's title or authorship.

**Lecturer:** *In terms of constructing these Google, monografia.com and Wikipedia bibliographical references, where did you get the model from? (interviewer)*

**Student N:** *Well, if the lecturers don't give us a reading list, I do a general search on Google... a lot of these photocopied book chapters don't give any details about the author or the title... that's why Google, Wikipedia or monografia.com appear in the bibliographical references... I looked at another piece of work and that's why I put it down like that. (interviewee)*

On this point, bibliographical references are presented as a hybridisation of hardcopy references and electronic references, with entry types like the following:

- <http://books.google.com/books?id=x2LpgZ>
- *Beekman G. Introducción a las computadoras, publicado por Pearson Educación. 2000.*

In the first entry, the address (route) for the electronic book is given without any details about the author, the title or the publisher; in the second, there is a bibliographical reference to a hardcopy book with the following structure: *author, title, publisher and year*, while *the place of publication and pages* are missing.

**Lecturer:** *What idea did you have in mind when you wrote these two entries for digital bibliographical references?* (interviewer)

**Student Y:** *No ... I didn't make it up... you told us that we had to put the full details of the location of the document... and that's what I did... that's the address for these pages... there's the page.* (interviewee)

**Lecturer:** *Are these links to pages of documents that can be found in these web pages?* (interviewer)

**Student Y:** *No ... they are links to the web pages... the documents and the pages are the same thing... if a page doesn't state who wrote it, well it doesn't have an author... how do you put it down in the bibliographical references... and if the lecturer doesn't tell us how to do it, you put down something you don't know how to do.* (interviewee)

From the time when a fragment of text is located to the time when it is incorporated into another text, like a textual collage on the on-screen Word document, a hypertextual structuring that organises the surface of the screen takes place.

**Lecturer:** *So you enter a word on Google. Then what do you do?* (interviewer)

**Student M:** *Well... I open all the tabs at the same time... I review them and highlight what I understand, and choose what I want to use in a Word document... Control C and Control V.* (interviewee)

**Lecturer:** *What do you search for on Google?*

**Student M:** *I search for information that the lecturer tells us about... for an essay... it seems that the lecturers have all decided to set essays...*

## 6.2 Copy and paste

'Copy and paste' is a form of textual production based on the appropriation of intertexts without acknowledging the source from which a fragment has been taken; it is the literal copying of a fragment of text by citation or reference through a modality of composition called 'Ctrl C + Ctrl V'.

In these academic assignments, the university students show two 'copy and paste' variants: textual form and typographical form (Argüello, 2009a).

6.2.1. *Copy and paste: the textual form.* In these documents produced by the university students, the following 'copy and paste' practices can be found:

- The extraction of a fragment from a text A, found online, and its incorporation into a text B, a university assignment, without acknowledging any textual link to the original appropriated text and without maintaining any correspondence with the linking text.
- The incorporation of citations from a linked text A in the textual body of a linking text B, without any explicit reference through a footnote or a reference structure (surname, date, page).
- The mention of an author in the textual body, but without presenting an internal reference in the document, or giving a footnote or inserting the reference in the bibliography at the end.

6.2.2. *Copy and paste: the typographical form.* In these documents produced by the university students, the following 'copy and paste' practices can be found:

- A multiplicity of font types in the same text (four assignments contained a combination of Verdana and Times New Roman, 13 contained a combination of Arial Normal and Arial Web, and two contained a combination of Arial Web and Trebuchet).
- Different font sizes in the same text (four assignments contained a combination of Verdana 8.5 and Times New Roman 12, 13 contained a combination of Arial Normal 12 and Arial Web 10, and two contained a combination of Arial Normal 12 and Trebuchet 10.5).
- Line spacing in the formatting of texts (21 assignments had a combination of single and 1.5 line spacing, 12 had a combination of single and double line spacing).

## Discussion

### 7. University students' digital migration

To remain in the position of university readers and writers is to remain in a subjective state of information searching, browsing and processing through on-screen displays on computers (Turkle, 1998; Quiroz, 2008; Levis, 2009), with the scaffolding and textualities of new reading and writing surfaces that restructure textual comprehension and production processes.

Looking up documents and bibliographical references is a related activity but not the only one in young people's on-screen textual interactions, owing to the fact that, in a sequential order, Messenger and Facebook services account for most of these socio-technical interactions, and that the academic activity of looking up documents and textualities is a non-exclusive activity within the uses and meanings of digital media for young university students.

Among university students, the reading and writing (Cassany, 2006; Gubert, 2010) of new electronic textualities represents an angle of approach to the electronic text as a book open to new forms of knowledge circulation, and the surface of the text as an entity of scholarly register that is not exclusive to the pages of the hardcopy book.

## 8. Open books

Books have lost their academic weight (Darnton, 2010) as stable, universal works of reference, and have now become complementary to the processing of academic information, on a par with online documentary and bibliographical reference works.

This loss of academic reference centrality does not mean that they will disappear. Rather, the stable closed text (Petrucci, 2003; Simone, 1998, 2001) will shift towards a text on which other textualities converge.

The book format, as the nucleus of consultation in the reading practices of young university students, has been decentred and replaced by the on-screen browsing of web pages, which does not mean that the status of university readers and writers has been dissolved, although the mode of reading with full awareness has shifted from *what it means to read texts* to *seeing web pages of documents that contain information*.

## 9. Text surfaces

In addition to the decentring of books is the fact that the surface of the page is no longer based on the linear structure of written documents. Rather, it is based on the on-screen display of electronic pages through the practice of cutting and pasting fragments of text (Argüello, 2009a). Consequently, the surface of the computer screen is transformed into the search query itself: students present the pages, the screen and the documents accessed as if they were one and the same thing; they mix up the surface of the textual content with the surface of the format.

The Internet has redefined the state of reading comprehension and textual production; university readers and writers become internavts that surf websites; on-screen text is a collage of textualities; and personal interests dominate search, browsing and connection habits.

## References

- ARGÜELLO, L. A. (2009a). "Cortar y pegar. La producción textual de trabajos escolares universitarios" [online article]. *Revista Question*. No 21. [Accessed: 20 August 2008].  
<[http://perio.unlp.edu.ar/question/numeros\\_anteriores/numero\\_anterior21/files/arguelloguzman\\_1\\_informes\\_verano2009.htm](http://perio.unlp.edu.ar/question/numeros_anteriores/numero_anterior21/files/arguelloguzman_1_informes_verano2009.htm)>
- ARGÜELLO, L. A. (2009b). "Convergencia de alfabetos: la formación de profesores en Educación Superior"[panel lecture]. In: *X Congreso Latinoamericano de Lectura y Escritura*. 29 July, 1 and 2 August. Lima: Apelec Perú / International Reading Association / Universidad Marcelino Champagnat.



- BEVORT, É.; BRÉDA, I. (2001). "Les jeunes et Internet. Représentations, usages et appropriations" [online]. [Accessed: 15 April 2008].  
<<http://www.cleml.org/fr/ressources/publications/outils-d-analyse-et-de-reflexion/bdd/page/2>>
- BJØRNSTAD, T. L.; ELLINGSEN, T. (2004). "Onliners. A report about youth and internet" [online report]. [Accessed: 25 August 2006].  
<<http://www.saftonline.org/vedlegg/1789/SAFTOnliners.pdf>>
- BOSCHMA, J. (2008). *Generación Einstein. Más listos, más sociables y más rápidos*. Barcelona: Ediciones Gestión 2000.
- BUCKINGHAM, D. (2000). *After the death of childhood. Growing up in the age of electronic media*. London: Polity Press.
- CABRERA PAZ, J. (2001). "Náufragos y navegantes en territorios hipermediales: experiencias psicosociales y prácticas culturales en la apropiación de Internet en jóvenes escolares"/"Navigators and castaways in cyberspace: psychosocial experience and cultural practices in schoolchildren's appropriation of the Internet". In: M. BONILLA, G. CLICHE. *Internet y sociedad en América Latina y el Caribe*. Quito: FLASCO. Pages 39-129.
- CARRILLO CORREA, G. (2007). "Realidad y simulación de la lectura universitaria: el caso de la UAEM". *Educere*. No 36, pages 97-102.
- CARVAJAL BARRIOS, G. (2008). *Lecturas y escrituras juveniles. Entre el placer, el conformismo y la desobediencia*. Cali: Editorial Universidad del Valle.
- CASSANY, D. (2006). *Tras la línea. Sobre la lectura contemporánea*. Barcelona: Anagrama.
- CHARTIER, R. (1995). *Forms and Meanings. Text, performances, and audiences from codex to computer*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- CISNEROS, M. (2005). *Lectura y escritura en la universidad: una investigación diagnóstica*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- DARNTON, R. (2010). *Las razones del libro. Futuro, presente y pasado*. Madrid: Trama Editorial.
- GUBERN, R. (2010). *Metamorfosis de la lectura*. Barcelona: Anagrama.
- HERRINGS, S. (2001). "Computer-mediated discourse". In: D. SCHIFFRIN, D. TANNEN & H. HAMILTON (eds). *Handbook of discourse analysis*. Oxford: Blackwell. Pages 612-634.
- HORNA, P.; CURIOSO, W.; GUILLÉN, C. [et al.] (2002). "Conocimientos, habilidades y características del acceso a Internet en estudiantes de medicina de una Universidad Peruana" [online article]. *Anales*. [Accessed: 10 December 2008].  
<[http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/anales/v63\\_n1/pdf/conocimientos\\_internet.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/anales/v63_n1/pdf/conocimientos_internet.pdf)>
- ITO, M. (ed.). (2008). "Living and Learning with New Media: Summary of findings from the Digital Youth Project" [online]. [Accessed: 13 December 2008].  
<<http://digitalyouth.ischool.berkeley.edu/files/report/digitalyouth-WhitePaper.pdf>>
- LEVIS, D. (2009). *La pantalla ubicua (Televisores, computadoras y otras pantallas)*. Buenos Aires: La Crujía Ediciones. 2<sup>nd</sup> ed.
- LIVINGSTONE, S.; BOVILL, M. (1999). "Young people new media" [online]. [Accessed: 11 December 2008].  
<<http://www.lse.ac.uk/collections/media@lse/pdf/young/foreword.pdf>>

- MEAD, M. (1970). *Cultura y compromiso. Estudio sobre la ruptura generacional*. Buenos Aires: Granica editor.
- MEDINA, E.; OTERO, J. V. (2002). "Uso de Internet por los jóvenes de la Universidad Autónoma de Madrid" [online article]. *Madrimasd*. [Accessed: 18 December 2008].  
<<http://www.madrimasd.org/revista/revista11/investigacion/investigacion1.asp>>
- MONTGOMERY, C. (2006). *Generation digital. Politics, commerce, and childhood*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- MORDUCHOWICS, R. (2008). *Generación multimedia. Significados, consumos y prácticas culturales de los jóvenes / The Multimedia Generation. Young People's Cultural Meanings, Consumptions and Practices*. Buenos Aires: Paidós.
- PALFREY, J.; GASSER, U. (2008). *Born digital: Understanding the first generation of digital natives*. New York: Basic Books.
- PIETTE, J.; PONS, C. M.; GIROUX, L.; MILLERAND, F. (2001). "Les jeunes et Internet. Représentation, utilisation et appropriation" [online]. [Accessed: 30 March 2008].  
<[http://www.mcccq.gouv.qc.ca/publications/info/jeunes\\_internet\\_2001.pdf](http://www.mcccq.gouv.qc.ca/publications/info/jeunes_internet_2001.pdf)>
- PRENSKY, M. (2001). "Digital natives, digital immigrants" [online]. *On the Horizon*. Vol. 9, No 5. [Accessed: 15 July 2008].  
<<http://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>>
- QUIROZ, M. T. (2004). *Jóvenes e Internet. Entre el pensar y el sentir*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- QUIROZ, M. T. (2008). *La edad de la pantalla. Tecnologías interactivas y jóvenes peruanos*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- ROMERO MEDINA, A.; SÁNCHEZ ORTUÑO, M.; RUIZ, M. R. (2000). "Patrones de uso de Internet en estudiantes universitarios" [online]. [Accessed: 10 December 2008].  
<<http://www.um.es/docencia/agustinr/pca/internet4.PDF>>
- SIMONE, R. (1998). "El cuerpo del texto". In: G. NUMBERG. *El futuro del libro. ¿Esto matará aquello?* Barcelona: Paidós. Pages 247-256.
- SIMONE, R. (2001). *La tercera fase. Formas de saber que estamos perdiendo*. Madrid: Taurus.
- TURKLE, S. (1997). *La vida en la pantalla. La construcción de la identidad en la era de Internet*. Barcelona: Paidós.
- UBERHUAGA CANDIA P.; ARRIAGA JIMÉNEZ, O.; GARCIA MIRANDA, M. (2005). *Entre lo colectivo y lo individual. El puente de transición de las identidades de los jóvenes en el uso de internet*. La Paz: Ediciones PIEB.
- UBERHUAGA CANDIA P.; ARRIAGA JIMÉNEZ, O.; GARCIA MIRANDA, M. (2006). *Jóvenes.com. Internet en los barrios populares de Cochabamba*. La Paz: Ediciones PIEB.
- VANDERDORPE, C. (2003). *Del papiro al hipertexto. Ensayo sobre las mutaciones del texto y la lectura*. Buenos Aires: F.C.E.

## About the Author

Luis Alfonso Argüello Guzmán

[luis.arguello@campusucc.edu.co](mailto:luis.arguello@campusucc.edu.co)

Universidad Cooperativa de Colombia

Graduate in Linguistics and Literature, specialist in Education. Lecturer-Researcher at the Cooperative University of Colombia Research Centre (CIUCC) and Lecturer in Systems Engineering. Full-time lecturer on the Systems Engineering programme (Project Formulation Area). Researcher and Advisor to the CIUCC, Neiva campus. Advisor on curricular topics to the Academic Board of the same campus. Researcher in the ComdeHuila research group affiliated to the CIUCC and co-researcher in the GRIAUC group affiliated to the Systems Engineering programme. He manages the "Being a University Lecturer" line of research, from which the following articles have been published:

### RESEARCH ARTICLES IN PEER-REVIEWED JOURNALS

ARGÜELLO, L. A. (2009b). "El oficio de profesor universitario en la era de los medios electrónicos" / "The Profession of University Lecturer in the Age of Electronic Media" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 6, No 2. UOC. [Accessed: 6 August 2009].  
<[http://www.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v6n2-arguello/v6n2\\_arguello](http://www.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v6n2-arguello/v6n2_arguello)>

ARGÜELLO, L. A. (2009a). "Cortar y pegar. La producción textual de trabajos escolares universitarios" [online article]. *Revista Question*. No 21. [Accessed: 30 March 2009].  
<[http://www.perio.unlp.edu.ar/question/files/arguelloguzman\\_1\\_informes\\_verano2009.htm](http://www.perio.unlp.edu.ar/question/files/arguelloguzman_1_informes_verano2009.htm)>

ARGÜELLO, L. A. (2008c). "Aproximación a un ecosistema comunicacional y computacional" [online article]. *Revista Question*. No 17. [Accessed: 17 March 2008].  
<[http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe\\_de\\_investigacion.htm](http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe_de_investigacion.htm)>  
ISSN 1669-6581

ARGÜELLO, L. A. (2008b). "Comunidades textuales" [online article]. *Revista Question*. No 19. [Accessed: 30 August 2008].  
<[http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe\\_de\\_investigacion.htm](http://www.perio.unlp.edu.ar/question/nivel2/informe_de_investigacion.htm)>  
ISSN 1669-6581

ARGÜELLO, L. A. (2008a). "Trayectos informales de formación académica en educación superior / Informal lines of academic training in higher education" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 5, No 2. UOC. [Accessed: 20 November 2008].  
<<http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/arguello.pdf>>

### PEER-REVIEWED PAPERS AT ACADEMIC MEETINGS

ARGÜELLO, L. A. (2010). "El concepto de producción intelectual en la práctica académica del profesor universitario" [paper]. In: XXVI Congreso Nacional de Lingüística, Literatura y Semiótica. 22-24 September. Bucaramanga: Escuela de Idiomas / Universidad Industrial de Santander.

ARGÜELLO, L. A. (2009b). "Convergencia de alfabetos: la formación de profesores en Educación Superior". [panel lecture]. X Congreso Latinoamericano de Lectura y Escritura. 29 July, 1 and 2 August. Lima: Apelec / International Reading Association / Universidad Marcelino Champagnat.

ARGÜELLO, L. A. (2008). "Hacia una pedagogía de la proyección social en Educación Superior". In: 1er Coloquio Internacional de Didácticas. 2, 3 and 4 April. Ibagué: Universidad del Tolima.

Universidad Cooperativa de Colombia  
Sede Neiva  
Calle 11 No. 1 G - 31 B  
Colombia



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.

## ARTICLE

# Preservation of Learning Objects in Digital Repositories

**Juanjo Boté**

juanjo.botev@ub.edu

Department of Library and Information Science, University of Barcelona

**Julià Minguillón**

jminguillona@uoc.edu

Open University of Catalonia

Submitted in: November 2010

Accepted in: July 2011

Published in: January 2012

**Recommended citation**

BOTÉ, Juanjo; MINGUILLÓN, Julià (2012). "Preservation of Learning Objects in Digital Repositories" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 217-230 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-bote-minguillon/v9n1-bote-minguillon-eng>>

ISSN 1698-580X

**Abstract**

The aim of this article is to analyse the different processes involved in the preservation of learning objects in a digital repository. Presented as a case study is a prototype repository for a collection of statistics-related e-learning materials used in the respective academic subjects offered by the Open University of Catalonia (UOC, Universitat Oberta de Catalunya). The purpose of these materials is to serve the whole community and not just the university. To that end, the repository was created with DSpace open-source software. The goal is to promote the reuse and the digital preservation of such e-learning materials, though certain aspects of these two objectives are somewhat contradictory. This article analyses the requirements of learning objects deposited in a repository and the needs of the various roles intervening in their handling and long-term preservation.

**Keywords**

learning objects, repositories, digital preservation, metadata, archives, digital libraries

## *Preservación de objetos de aprendizaje en repositorios digitales*

### **Resumen**

*El propósito de este artículo es analizar los diferentes procesos en la conservación de objetos de aprendizaje en un repositorio digital. Como caso de estudio se presenta un prototipo de repositorio basado en una colección de materiales de e-learning sobre estadística, usados en las asignaturas respectivas de la Universitat Oberta de Catalunya. Estos materiales tienen el propósito de servir a toda la comunidad, no tan solo a la universidad. Para ello, se ha creado este repositorio en una plataforma abierta basada en DSpace. El propósito es promover tanto la reutilización como la conservación digital de dichos materiales de e-learning, aunque ambos objetivos son, en ciertos aspectos, contradictorios. En este artículo se analizan los requerimientos de los objetos de aprendizaje depositados en un repositorio y las necesidades de los diferentes roles que intervienen en su manipulación y su conservación a largo plazo.*

### **Palabras clave**

*objetos de aprendizaje, repositorios, preservación digital, metadatos, archivos, bibliotecas digitales*

## 1. Introduction

In many higher education institutions, there is a growing tendency to use Virtual Learning Environments (VLEs). In a VLE, every aspect of a course is managed via a Consistent User Interface (CUI), which is normally standard across the institution. One of the usual components of a VLE is a learning object repository, which is employed to manage teaching resources used throughout the course. There is no common definition of the repository concept (Conway, 2008), though it could be said that repositories are openly used to provide a specific community with materials or information. Among other resources, an institutional repository (Shreeves & Cragin, 2008) usually includes reports, publications, complete courses and manuals. It may also include learning objects and research project data, labelled in accordance with a metadata schema, preferably IEEE LOM or Dublin Core (Neven & Duval, 2002).

Digital preservation is a key element of repository design, given that the aforementioned resources are created with a specific software version and need to be updated to ensure that they can be accessed at a later date for as long as necessary. To do otherwise would mean that information might be lost.

It also entails the need to perform a risk assessment on such resources to establish the priorities of digital preservation operations. A risk assessment can also serve to assess whether the cost of digitally preserving software versions or out-of-date learning materials is acceptable.

Furthermore, owing to the considerable variability of the elements that can be found in the learning process, be it in terms of type (exercises, examples, simulations, etc.) or format, the specific characteristics of learning objects used in a VLE make it necessary to reconsider the usual preservation mechanisms connected with metadata labelling.

This article is structured in the following manner. The second section describes the pilot repository taken as the case study in order to analyse a digital preservation solution based on DSpace. The

third section describes the elements that need to be taken into account in order to establish the necessary criteria to assure the preservation of the deposited objects. The fourth section presents the preservation policies applied to the repository. Finally, the conclusions drawn from this project, as well as the present and future lines of work, can be found in the fifth section.

## 2. Open digital repositories

The Open University of Catalonia (UOC, Universitat Oberta de Catalunya) has created an open digital repository<sup>1</sup> containing a collection of statistics-related learning materials, in line with a user-centred design approach (Ferran et al., 2009). These learning materials take the shape of exercises, study materials, multimedia documents and specific statistics program data files.

These resources come in a wide range of formats, including Minitab, Word and Portable Document Format (PDF), although there is a growing number of teaching materials in video and other formats (both text and data), all of which have been created using multiple software and operating system versions. Given this considerable variety, it is necessary to think about the repository from the viewpoint of both learning material management and long-term digital preservation (Smith, 2005).

Since its creation, the UOC has generated a considerable number of statistics-related teaching resources. These resources have been created by means of a high-quality publication process involving various roles (authors, editors, lecturers, managers, etc.), and have been published in line with an editorial, design and production model based on modules. These modules are learning units – each having a small number of credits – designed for learning about a specific topic of course content. The process of creating and editing them takes about a year. Maintaining and updating them to reflect any changes is a costly, complex process, since it means that either the whole or part of the editorial process has to be repeated. Other types of resources associated with the materials in question also need to be managed in the same way. These associated resources are generated by teaching activities that take place in each academic semester, and include examples, exercises, experiments and self-directed learning exercises.

In this repository, the concepts inherent to a digital library and to reference services have been applied to an e-learning environment. Aspects such as searches and library services are similar though not identical. In a digital library, students are accustomed to searching for information by author and title. However, when it comes to learning objects, the titles of exercises, files and learning units are frequently duplicated. Consequently, given that the concept of title is ambiguous, a different taxonomy for their classification needs to be used.

The repository allows students and other people forming part of the learning community to have access to educational materials in an organised way. Regarding the case in hand, the materials were found to be spread across various academic subjects, inaccessible to the community as a whole, and neither classified nor ordered. Consequently, many students were at a loss when it came

---

1. <http://oer.uoc.edu> (currently under development).

to using these resources, and lecturers did not get the benefits they had hoped for (Barker et al., 2004). In addition, there were no suitable search criteria to be able to identify those resources that could be reused to create new educational materials. Exercises, notes, modules, articles, text books, software tools, virtual laboratories, audio resources, videos, curricula, timetables, calendars, activities, simulations and learning objects, among many other documents, are more accessible if a digital repository is used.

## 2.1. DSpace

There are many reasons for choosing DSpace<sup>2</sup> as a repository application. DSpace open-source software is a repository application that accepts various metadata schemata, incorporates long-term preservation policies, uses handles to identify each element forever, and is solid and stable. Equally important is the fact that it is in use in other parts of the UOC. As an open-source software application, DSpace has a large, active community of users and developers, including higher education institutions and digital libraries. DSpace is also suitable for long-term digital preservation because it accepts policies with that goal in mind. It includes tools like Checksum Checker, which allows the integrity of storage area bitstreams to be verified, and TechMDEXtractor, which allows the formats of stored bitstreams to be validated and metadata to be extracted from bitstreams. It also includes a pre-ingest workflow step and an optional workflow that validates the format of each bitstream after ingest, thus providing the administrator with the metadata of invalid or badly formed files.

DSpace has communities and sub-communities (defined hierarchically), collections, items, bundles of bitstreams and bitstream formats. In terms of the data model, communities and sub-communities are top-level, whereas a collection is a set of items, such as statistics-related resources. Each collection has its own workflow, which can be defined by the management unit. An item is a useful set of content and metadata, added during the ingest process or later. Regarding storage, a bitstream is a stream of bits corresponding to the content of metadata files, whereas a bitstream format involves the capture of specific formats of files ingested, which can be improved using metadata extraction tools like DROID<sup>3</sup> or the NLNZ Metadata Extraction Tool<sup>4</sup>.

By default, DSpace uses Dublin Core metadata to archive collections. However, in the ingest process, other metadata used for the long-term preservation of an object can be added. A fuller description allows for better retrieval of objects from the repository and the enhancement of their properties, identifying how an object was created and other similar data. Furthermore, an analysis of the usage of objects deposited in the repository allows metadata to be continuously enhanced (Ferran et al., 2007) by identifying and correcting labelling problems.

---

2. <http://www.dspace.org>

3. <http://droid.sourceforge.net>

4. <http://meta-extractor.sourceforge.net>



### 3. Digital preservation

The key issue is whether access to these materials will still be possible in a specific period of time, say in 20 years from now (the UOC was created just 15 years ago and has already encountered preservation problems). The technological obsolescence of statistics program files in this case has to be monitored to prevent any loss of information, thus minimising any potential risk. This means that digital preservation has to be considered from the viewpoint of information accessibility over time. The long-term preservation of these digital objects requires a risk assessment to establish priorities and a preservation plan to facilitate access to them. These elements will ensure that learning materials, among others, can be reused.

At the UOC, repository ingest processes usually take place in January and July, after (and before) each academic semester. At these times of the year, the repository has to be technologically analysed to assess the need to migrate existing digital objects towards later versions of software.

Before deciding which types of materials to store, a risk assessment needs to be performed to ascertain obsolescence risks, to establish priorities in the preservation plan and to determine the digital preservation costs that the institution can bear.

By performing a risk assessment, it is possible to establish which materials are less costly to re-edit and more economical to preserve. Such an assessment particularly takes account of software version IDs that are capable of supporting certain materials. In our study, we based the risk assessment on technological obsolescence.

One of the instruments available for repository risk assessment is DRAMBORA (DCC, DPE, 2007), which allows the risks associated with a repository's materials to be assessed and quantified.

The DRAMBORA method, which is based on the AS/NZ 4360:2004 standard, allows the environment and the digital resources to be assessed. DRAMBORA is applicable to digital collections that are, or are going to be, in repositories (McLeod, 2008). In the assessment of digital resources, their preservation priorities can be established.

DRAMBORA, a methodology applicable to open repositories, comprises six stages: identifying the organisational context; documenting the regulatory framework; identifying repository assets, activities and their owners; identifying the risks; assessing the risks; and managing the risks.

In addition, a radar chart can be created at the end of the process. This allows our statistics-related repository to be compared against the mean of other similar repositories.

One of the main questions is how to store materials created digitally by various types of institutions. Institutions need to store their digital information for a wide variety of reasons: administrative, legal, historical, personal, scientific value (scholarly articles, electronic theses, dissertations, etc.), and, of course, teaching. Such institutions include universities, schools, libraries, museums and research centres, as well as people who want to have their own private collections of materials. This implies not only the meticulous management of technology, but also the ability to access old electronic documents with new technology (Lee et al., 2002). This is where digital preservation comes in. Such preservation makes electronic data accessible and useful for a long period of time. Electronic data should preserve their significant properties over time and be accessible to a designated community of

users. Long-term preservation means that electronic materials will be available in the future, retaining all of the significant properties they had when they were created.

### 3.1. Preservation in a digital repository

As mentioned earlier, digital preservation techniques need to be applied to ensure that learning materials are accessible to students and lecturers over time. The most common preservation strategies are migration and emulation. Some examples are VERS Encapsulated Object (VEO) (Vaughn et al., 2000) and Universal Virtual Computer (UVC) (van der Hoeven et al., 2005), respectively.

Migration is the process of converting an electronic object into a higher version of its file format to make the information easier to access and handle. In the migration process, some significant properties may be lost (owing especially to software conversions), so information descriptions in the ingest process must be precise. The main objective of migration strategies is to retain all of the significant properties that a digital object had when it was created. An example would be the migration of Lotus Notes spreadsheets to Microsoft Excel or, better still, towards a standard XML file.

Emulation is the process of creating an environment towards which obsolete software must migrate so that it can function on a new platform. The new software will subsequently need to migrate when the simulator becomes technologically obsolete. Emulators for old games consoles like Atari and Sony PlayStation are well known. This means preserving the appearance of the platform and its functionality, and having an updated copy of the original object.

Finally, another approach to long-term preservation is the Open Archival Information System (OAIS) model, which has been adopted as ISO 14721:2003 (CCSDS, 2002). The main objective is to preserve information and make it available to a designated community indefinitely. The OAIS model is now a reference standard for archival systems.

### 3.2. The OAIS reference model

The OAIS model is widely accepted by institutions as a digital and non-digital archival model. The OAIS model is defined as: "an archive, consisting of an organisation of people and systems, that has accepted the responsibility to preserve information and make it available for a designated community".

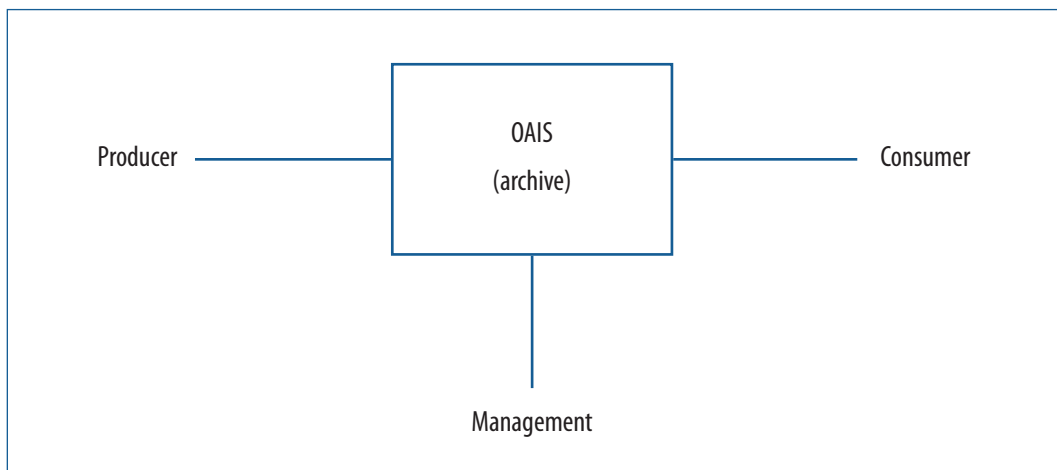
It is based on information processes that facilitate a high-level information description of the objects managed by an archive or repository. The functional components of a digital archive are ingest, information storage, preservation planning, access, data management and administration. The OAIS model has three actors: producer, consumer and manager.

The producer is defined as the role played by those persons, or client systems, who provide the information to be preserved. This can include other OAISs or internal OAIS persons or systems.

The consumer is the role played by those persons, or client systems, who interact with OAIS services to find preserved information of interest and to access that information in detail. This can include other OAISs, as well as internal OAIS persons or systems. One class of consumer from the designated community should be able to understand the preserved information.

The manager is defined as the role played by those who set overall OAIS policy as one component in a broader policy domain. In other words, control of OAIS management is only one of the management responsibilities.

Management is not involved in the day-to-day operation of the archive. It can assign policies to the repository like, for example, the change of role of both producer and consumer. Figure 1 shows the OAIS model, in the form that the definition of the classic digital library model is understood. In this case, producers create content and, through a management workflow, consumers can retrieve content developed by producers.



**Figure 1.** OAIS model reprinted with permission of the Consultative Committee for Space Data Systems.

The information is stored and managed in the OAIS archive. Consumers and producers of the designated community interact with OAIS services to find and acquire preserved information of interest.

The OAIS model allows workflows to follow each other in a new digital archive. Its implementation means that clear standards for digital preservation are required. So too is the creation of a set of terminology that can be understood by the designated community, and the clarification of procedures to make a reliable archive service available.

The functional components of a digital archive are ingest, information storage, preservation planning, access, data management and administration.

Ingest is defined as an open archival service. It is the process of a digital object's acceptance by producers and selected consumers in accordance with the concept of collaborative learning, and its entry into the digital archive. In our model, the ingest function includes the receipt of Submission Information Packages (SIPs) from producers and selected consumers, and the preparation of content for storage and management in the archive.

Archive storage facilitates Archival Information Package (AIP) services and functions.

Planning and preservation facilitates services and functions to ensure that the information stored in the OAIS remains accessible to the designated community in the long term, even when the computing environment is obsolete.

These actors are involved in some of the functional components. In a VLE, there may be a vision that differs from the OAIS model, in which the three actors have clear-cut roles. This is because all the roles are interchangeable in a VLE. Lecturers and students can be producers and consumers at one and the same time. Lecturers can be producers, consumers and managers. To give an example, a student may solve a statistics problems and the lecturer may consider it an appropriate solution to include in the repository, thus playing the role of manager. In the OAIS model, this variant can be defined through the management of workflows (Chen, 2004) that DSpace supports.

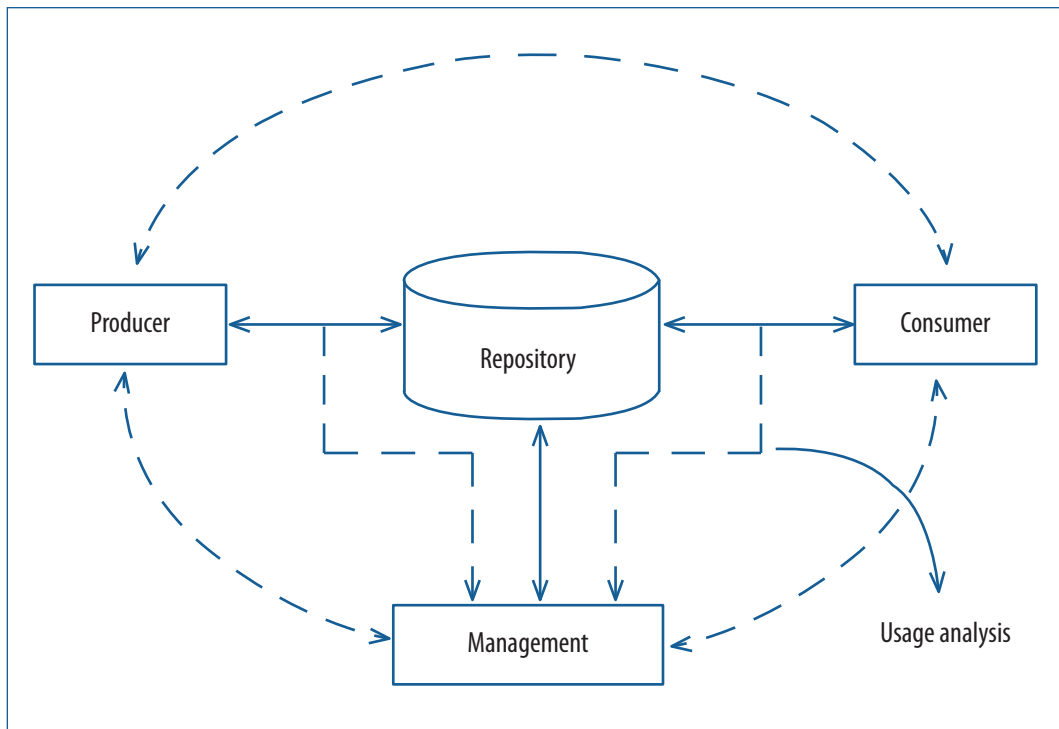


Figura 2. OAIS model in a VLE

Figure 2 shows a possible scenario for the OAIS model in a VLE, in which producers can play the role of consumers, and consumers can play the role of producers. Given that the workflow can be configured in the repository, it is possible to assign management rights to both producers and consumers.

If we apply the Web 2.0 concept to our Open Educational Resources (OERs), concepts such as collaborative learning and community participation in a classic OAIS model may change, as shown in Figure 1. It is also important to note that usage analysis is enhanced (Lee, 2002). Usage analysis would serve to switch between producer and consumer roles depending on resource usage.

## 4. Preservation plan for teaching materials

Before preserving a learning object, it is essential to know what its significant properties are, and especially those that make the object reusable, like file format, for example. The collection of statistics-

related resources that may become part of the repository includes MPEG videos, Microsoft Excel files, Minitab files, SPSS files, text documents, LaTeX documents, various versions of Microsoft Word files, PDF files, Microsoft PowerPoint presentations and, more recently, multiple versions of OpenOffice files. For example, files in proprietary code, such as SPSS, or Minitab files with associated formulas, pose one of the main challenges. Minitab files can be exported to XML or tagged files, whereas SPSS is the *de facto* standard in preservation formats.

#### 4.1. Significant properties

Significant properties are characteristics of digital objects that need to be retained to ensure that they are accessible in the long term (Ashley, Davis & Pinsent, 2008). Significant properties can be classified into content, context, appearance, structure and behaviour. For reasons of space, this article will only examine those aspects connected with the first category. A metadata file description is required to preserve files. These metadata enhance the description of objects ingested into the repository. Metadata should be subject to a quality control check to prevent any noise in the retrieval process.

Prior to ingest, all the materials should be checked to ensure their preservation and their technological reusability. So, for example, the tags in a PDF/A file should be carefully checked to validate that the file format is correct and consistent. It is advisable to have two versions of various materials: one accessible to the public for versioning and usage data collection (Ferran et al., 2007), and one set aside for managers for long-term preservation, though both are linked via metadata. The versions for long-term preservation should be migrated to make them accessible before they become technologically obsolete, as soon as any problem connected with the accessible version is found. Thus, before an ingest, a file format description needs to be created and stored in the format metadata, while attempting to separate, as much as possible, the content descriptions from the descriptions of other significant properties, such as their appearance, for example. This process could be partially automated, since manual intervention represents a high cost that is unsustainable for large volumes of resources.

#### 4.2. Format assessment for long-term preservation

Finally, another aspect that needs to be considered is file format sustainability. In the UOC's case, materials have been created digitally, albeit with hardcopy versions in mind. This situation shows that even with a wide variety of formats, the most important materials (from a teaching viewpoint) are created in PDF format. While this is acceptable to students, it limits the handling of such materials. However, in the process of ingesting learning objects into the UOC's repository, it is found that, owing to the wide variety of documents, some format migrations need to be carried out to simplify preservation needs and to reduce technological requirements. This is done in line with the following non-exhaustive criteria:

Portable Document File: PDF/A, based on PDF Reference Version 1.4. ISO 19005-1:2005, considered to be a standard.

Microsoft Word: converted into PDF/A or OpenOffice format. Account should be taken of the fact that a file may contain macros and/or formulas.

Microsoft Excel: converted into XML or OpenOffice formats.

Video: migrated to MPEG-2, AVI or QuickTime formats.

LaTeX documents: preserved in the original format but, in the long term, in DocBook XML with embedded MathML.

Images: converted into PNG, TIFF or JPEG formats.

PowerPoint files: converted into PDF/A or OpenOffice formats. Interactive sequences should be documented.

Audio file: converted into WAV or MP3 formats.

Minitab files: converted into XML format.

SPSS files: converted into SPSS portable (\*.por) or XML formats.

Thus, in order to ascertain the priorities with regard to formats, we have taken the list of possible risk identifiers facilitated by DRAMBORA as the basis. While not exclusive, these identifiers are mainly the following:

- R11 (fails to preserve essential characteristics of digital information)
- R31 (software failure or incompatibility)
- R33 (obsolescence of hardware or software)
- R34 (media degradation or obsolescence)
- R66 (preservation strategies result in information loss)

In our case, these identifiers have allowed us to establish priorities with regard to migrating formats due to their technological obsolescence or versioning. They have also allowed us to ascertain what risk is acceptable in the interpretation of the risk.

After assessing the potential risks with regard to technological obsolescence, it was possible to establish a relationship between migration processes and the cost of implementing them.

As mentioned earlier, in format migration operations, the cost of converting a Microsoft Word file to PDF/A format differs considerably from the cost of video file migration operations.

In the video migration process, other substantial changes in the significant properties may occur, such as the loss of resolution, the deterioration of audio or the time established in the migration operation.

## 5. Conclusions

This article has presented an analysis of the preservation needs of learning objects deposited in an open educational repository, specifically in relation to a collection of statistics-related materials created by the UOC. This repository, which is based on DSpace open-source software, promotes the reuse of educational materials and their long-term preservation.

Before implementing digital preservation operations, operation priorities are established by using the DRAMBORA repository risk assessment methodology.

DRAMBORA has allowed us to establish priorities in the preservation plan, the aim of which is to prevent technological obsolescence. As a result of the assessment, we have been able to establish a relationship between costs and migration operations to help us decide which materials can be migrated without any major alterations to their significant properties.

The wide range of formats currently used to store learning objects means that long-term preservation strategies need to be established to ensure that such objects can be retrieved in the future, especially when taking account of the considerable variability of technology and the specific labelling needs of content used in a VLE, which are different from those of a digital library or an institutional repository. It is therefore necessary to choose formats that guarantee some degree of continuity and thus facilitate preservation policies, such as PDF for documents and XML for data files, although certain formats (video, images, etc.) need to be described with additional metadata for their subsequent retrieval or conversion in the event of their obsolescence. The use of open file formats based on open-source tools also enables some degree of preservation through emulation techniques, so long as the existing source code can be compiled and executed. In this respect, the existence of a software package like OpenOffice offers a combination of both elements: description using XML and the possibility to access the source code.

Today, the main challenge is to define semi-automated mechanisms to enable the proper labelling and processing of the thousands of learning objects that the institution has, without it resulting in a cost that is too high to bear. Likewise, the introduction of preservation policies entails taking a fresh look at the organisational aspects of the institution because such policies involve very different groups that have very different goals. This means that complex workflows will need to be established, bearing in mind that other actors may play the role of content producers. Moreover, as is the case in any contingency plan, it is essential to establish timelines, with simulations to periodically assess the obsolescence of content stored in the repository. Finally, we hope to make the preservation policy of the institutional repository publicly available in the near future.

## Acknowledgments

This work was partially funded by the projects PERSONAL(ONTO), ref. TIN2006-15107-C02, and E-MATH++, ref. EA2008-0151.

## References

- ASHLEY, Kevin; DAVIS, Richard; PINSENT, Ed (2008). *Significant Properties of E-Learning Objects* [online]. [Accessed: 20 November 2010].  
<[http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/preservation/spelos\\_report.pdf](http://www.jisc.ac.uk/media/documents/programmes/preservation/spelos_report.pdf)>

- BARKER, Ed [et al.] (2004). *Long-Term Retention and Reuse of E-Learning Objects and Materials* [online].  
[Accessed: 20 November 2010].  
<<http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/preservation/elo.aspx>>
- CCSDS (2002). *Reference Model for an Open Archival Information System (OAIS). Blue Book* [online].  
[Accessed: 20 November 2010].  
<<http://public.ccsds.org/publications/archive/650x0b1.pdf>>
- CHEN, Su-Shing (2004). "Digital Preservation and Workflow Process". In: *Proceedings of the 7th International Conference on Asian Digital Libraries. Digital Libraries: International Collaboration and Cross-fertilization*. Vol. 3334, pages 61-72.
- CONWAY, Paul (2008). "Modeling the digital content landscape in universities". *Library Hi Tech*. Vol. 26, No 3, pages 342-354.
- Digital Curation Centre and DigitalPreservationEurope (2007). *DCC and DPE Digital Repository Audit Method Based on Risk Assessment v1.0*. [Accessed: 20 November 2010].  
<<http://www.repositoryaudit.eu/download>>
- FERRAN, Núria [et al.] (2009). "User Centered Design of a Learning Object Repository". In: *Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 5619, pages 679-688.
- FERRAN, Núria [et al.] (2007). "Enriching e-learning metadata through digital library usage analysis". *The Electronic Library*. Vol. 25, No 2, pages 148-165.
- Van der HOEVEN, Jeffrey; van DIESSEN, Raymond; van der MEER, Kees (2005). "Development of a Universal Virtual Computer for long-term preservation". *Journal of Information Science*. Vol. 31, No 3, pages 196-208.
- LEE, Kyong-Ho [et al.] (2002). "The State of Art and Practice in Digital Preservation". *Journal of Research of the National Institute*. Vol. 107, No 1, pages 93-106.
- MCLEOD, Rory (2008). "Risk Assessment; using a risk based approach to prioritise handheld digital information". In: *Proceedings IPRESS 2008*.  
<[http://www.bl.uk/ipres2008/presentations\\_day1/20\\_McLeod.pdf](http://www.bl.uk/ipres2008/presentations_day1/20_McLeod.pdf)>
- NEVEN, Filip; DUVAL, Erik (2002). "Reusable learning objects: a survey of LOM-based repositories" [online]. In: *Proceedings of the Tenth ACM international conference on Multimedia*. Pages 291-294.  
[Accessed: 20 November 2010].  
<<http://www.cs.kuleuven.ac.be/cwis/research/hmdb/publications/files/Lorsurvey.pdf>>
- SHREEVES, Sarah; CRAGIN, Melissa (2008). "Introduction: Institutional Repositories: Current State and Future". *Library Trends*. Vol. 57, No 2, pages 89-97.
- SMITH, MacKenzie (2005). "Exploring Variety in Digital Collections and the Implication for Digital Preservation". *Library Trends*. Vol. 54, No 1, pages 6-15.
- WAUGH, Andrew; WILKINSON, Ross; HILLS, Brendan (2000). "Preserving Digital Information Forever". In: *Proceedings of the Fifth ACM Conference on Digital Libraries*. Pages 175-184.



## About the Authors

*Juanjo Boté*

[juanjo.botev@ub.edu](mailto:juanjo.botev@ub.edu)

Department of Library and Information Science, University of Barcelona

Adjunct lecturer in the Department of Library and Information Science at the University of Barcelona since 2009. In 2008, he took part in the international Digital Preservation Challenge and won second prize. He has taken part in various international conferences on digital preservation.

Facultad de Biblioteconomía y Documentación

Universidad de Barcelona

C/ Melcior de Palau, 140

08014 Barcelona

Spain

*Julià Minguillón*

[jminguillona@uoc.edu](mailto:jminguillona@uoc.edu)

Open University of Catalonia

Julià Minguillón is the holder of a doctorate awarded by the Autonomous University of Barcelona in 2002. In 2001, he became a lecturer at the Open University of Catalonia (UOC), where he has since been teaching in the areas of programming, languages and compilers. He has taken part in the production of teaching resources on object-oriented programming, information structure and abstract data types, and compilers. From November 2006 to November 2008, he was the associate director of the UOC Internet Interdisciplinary Institute. He is currently the academic director of the UOC UNESCO Chair in e-Learning. His research interests include the description and standardisation of the e-learning process through ontologies, learning objects for customisation through learning paths, and the behavioural modelling of users in a Virtual Learning Environment. He was the organiser of the 2nd Symposium on Learning Objects, SPDECE 2005. He has also been responsible for the organisation of the International Seminars of the UOC UNESCO Chair in e-Learning since the 3rd edition. He is now concluding his directorship of the PERSONAL project funded by the Spanish Ministry of Education and Science on learning process customisation through adaptive paths using reusable learning objects and ontologies, which is to be continued through the MAVSEL project on data mining, analysis and visualisation based on social e-learning models. He has also directed the OLCOS project funded by the European Union on Open Educational Resources (OERs) and is now promoting the #metaOER project, a collection of open resources on OERs.



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.



## ARTICLE

# University teaching in the 2.0 era: virtual campus teaching competencies

**Dr M<sup>a</sup> Esther del Moral Pérez**

emoral@uniovi.es

Professor of New Technologies Applied to Education, University of Oviedo

**Dr Lourdes Villalustre Martínez**

villalustrelourdes@uniovi.es

Lecturer in New Technologies Applied to Education, Department of Education Sciences, University of Oviedo

Submitted in: April 2011

Accepted in: June 2011

Published in: January 2012

## Recommended citation

Del MORAL, M<sup>a</sup> Esther; VILLALUSTRE, Lourdes (2012). "University teaching in the 2.0 era: virtual campus teaching competencies" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 231-244 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-moral-villalustre/v9n1-moral-villalustre-eng>>

ISSN 1698-580X

## Abstract

The rise of the information technology society and the advent of the Web 2.0 phenomenon in university education contexts have brought about a profound shift in the functions of teaching staff. The teaching and technology training of such staff is becoming an imperative need in order to cope with the challenges of new teaching-learning situations generated in virtual settings and/or with the support of technological tools.

This article describes the *teaching, technology and tutoring competencies* that 2.0 lecturers should have, given the fact that they undertake their tasks in technology-mediated environments. These tasks are directly related to aspects inherent to the adopted instructional model, to the context and to the new mediating tools. Student guidance, the capacity to design motivating multimedia materials and the formulation of collaborative activities are but some of some of the forms that these professional competencies take.

After surveying 70 lecturers and more than 840 students at the Spanish universities belonging to the *Campus Virtual Compartido del G9* (a virtual campus comprising the universities of Cantabria, La Rioja, Extremadura, Oviedo, the Balearic Islands, the Basque Country, Zaragoza and Castilla-La Mancha, and the Public University of Navarre), the lecturers strengths and weaknesses were highlighted and the most pressing training needs were underscored, in keeping with the demands of European convergence plans.

Among the strengths mentioned by the lecturers and the students involved in the virtual education processes were the proper formulation of activities that foster learning, the variety of teaching resources used, content interactivity, etc. The main weaknesses were the lack of effective proposals for practicals that promote collaborative learning through participation and interaction among all students, and the lack of personalised comments of support and encouragement in relation to the students' learning progress.

### Keywords

teaching competencies, technology competencies, tutoring competencies, virtual environments, teaching assessment, Web 2.0

## *Didáctica universitaria en la era 2.0: competencias docentes en campus virtuales*

### *Resumen*

*La pujanza de la sociedad de las tecnologías y de la información, y la irrupción del fenómeno de la web 2.0 en los contextos formativos universitarios han provocado un profundo viraje en las funciones que deben desempeñar los docentes. La capacitación didáctica y tecnológica del profesorado se está convirtiendo en un imperativo para hacer frente a las nuevas situaciones de enseñanza-aprendizaje desarrolladas en escenarios virtuales y/o con el apoyo de herramientas tecnológicas.*

*En el presente trabajo se enuncian las competencias didácticas, tecnológicas y tutoriales que deben definir al docente 2.0 que desempeña sus tareas inmerso en entornos tecnológicos, las cuales están directamente relacionadas con aspectos intrínsecos al modelo instructivo adoptado, al contexto y a las nuevas herramientas mediadoras. Esas competencias profesionales van a plasmarse en la orientación dispensada a los estudiantes, en su capacidad para el diseño de materiales didácticos multimedia motivadores, en la formulación de actividades colaborativas, etc.*

*Tras encuestar a 70 docentes y a más de 840 estudiantes pertenecientes a las universidades españolas que integran el Campus Virtual Compartido del G9 (Cantabria, La Rioja, Extremadura, Oviedo, Pública de Navarra, Baleares, País Vasco, Zaragoza y Castilla-La Mancha), se ponen de manifiesto las fortalezas y debilidades detectadas en los docentes, y se subrayan las necesidades formativas más acuciantes, en consonancia con las demandas suscitadas por los planes de convergencia europea.*

*Entre las fortalezas señaladas por docentes y estudiantes –implicados en procesos formativos virtuales– destacan la correcta formulación de actividades que ha propiciado el aprendizaje, la variedad de recursos didácticos utilizados, la interactividad de los contenidos, etc. Y, como principales debilidades, la falta de propuestas efectivas de prácticas que promuevan un aprendizaje colaborativo a través de la participación e interacción entre todos los estudiantes, y la escasez de comentarios individualizados de apoyo y ánimo en relación a sus progresos en el aprendizaje.*

### *Palabras clave*

*competencias didácticas, competencias tecnológicas, competencias tutoriales, entornos virtuales, evaluación docente, web 2.0*

## Introduction

It is clear that one of the new functions of teaching staff is the effective integration and incorporation of teaching media in order to optimise learning. Teacher training and development aimed at using and handling ICTs is therefore one of the key ways of ensuring such integration (Del Moral & Villalustre, 2010).

This new teaching profile will almost certainly involve the espousal of change from the point of view of being open to innovation by incorporating new technologies and Web 2.0 tools as resources that contribute to the optimisation of the teaching-learning process in universities.

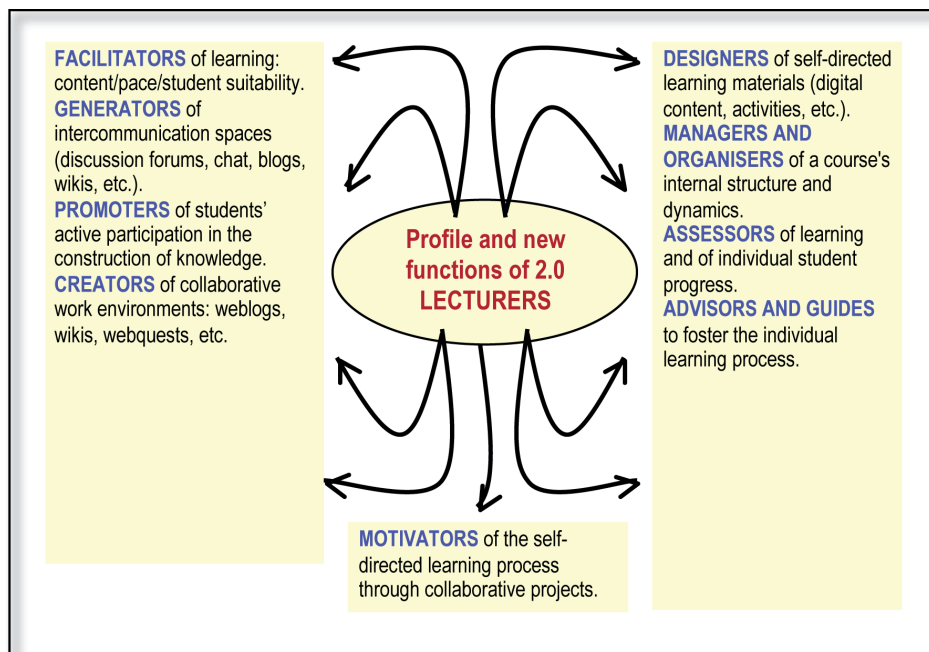


Figure 1. Profile and new functions of 2.0 lecturers (Del Moral & Villalustre, 2004)

Consequently, besides their traditional lecturer, tutor and researcher functions, university lecturers will need to add a fourth ICT expert function that enables them not only to use Web 2.0 tools and applications as yet another teaching resource in the classroom, but also to undertake their own teaching duties in new virtual settings.

Moreover, with the advent of new learning contexts that are supported by Learning Management Systems (LMSs), together with the university environment's advocacy (within the new European Higher Education Area, EHEA) of teaching formulas that combine face-to-face and e-learning (blended learning), 2.0 lecturers are required to know how to undertake their professional activities in these new virtual settings, not only to make full use of the opportunities that the tools they contain offer, but also to discover the potential they hold in terms of fostering learning. However, it is worth recalling the fact that students must be central axis of the education process; a process that shall necessarily be oriented towards fostering the acquisition and strengthening of their capacities and abilities, as concluded in the research coordinated by Del Moral (2007) and funded by the Spanish Ministry of Education and Science, later published in Del Moral y Villalustre (2009a):

Thus, besides being experts in their respective academic disciplines, 2.0 lecturers have to be equipped with the necessary professional competencies (cognitive, teaching, technology, communicative, emotional, etc.) to successfully rise to the challenge of their duties in the 2.0 era.

Likewise, the progressive and greater planning of teaching in competency terms has led to a significant change in the education practices of teaching staff, which require specific professional training to help and accompany students throughout their education processes.

From this perspective, we believe that is necessary to know which competencies teaching staff employ in their day-to-day practice and, ultimately, to ascertain their professional competency levels as a way of identifying strengths and weaknesses in order to contribute to the enhancement of teaching practice.

## Professional Competencies Of 2.0 Lecturers

### Context

In the second semester of the 2009/2010 academic year, 70 university lecturers teaching one of several subjects in e-learning mode on the *Campus Virtual Compartido del G9*<sup>1</sup> were asked to complete a questionnaire (2010); 840 students that had taken any of those subjects were asked to complete a similar questionnaire. The information requested referred to the methodological and teaching aspects of the e-learning subjects in order to infer – from the data obtained – an assessment of the lecturers' professional competencies in education practices as applied to virtual environments. It should be noted that the students' and the lecturers' opinions were taken into account.

### Participants

Surveyed university lecturers:

Briefly, in the sample of surveyed lecturers, 65% were male and 35% were female, from various knowledge areas. In both cases, most of them were aged 38-45 and had a mean of 2-5 years of virtual teaching experience.

Surveyed university students:

In the sample of surveyed university students, just over 45% were female and 55% were male, from various degree courses. In terms of age, most of them fell within the 20-24 age range. The highest percentage of students was from the University of Oviedo (25%), followed by the University of

---

1. Comprising the universities of Cantabria, La Rioja, Extremadura, Oviedo, the Balearic Islands, the Basque Country, Zaragoza and Castilla-La Mancha, and the Public University of Navarre.

Extremadura (22%), the Public University of Navarre (15%) and the universities of Cantabria (11%), Castilla La Mancha (10%), the Basque Country (8%), La Rioja (6%) and the Balearic Islands (3%).

## Data gathering instruments

Two similar questionnaires were used. Through the questionnaire for lecturers, data were gathered on the methodological aspects that they said they adopted to teach their respective subjects. Through the questionnaire for students, data were gathered on their perceptions of the lecturers' performance in the various e-learning subjects, particularly in relation to: 1) Aspects referring the lecturers' *technology competencies*; 2) Aspects referring to the lecturers' *teaching competencies*; 3) Aspects referring to the lecturers' *tutoring competencies*.

## Presentation of results

### 1) The lecturers' technology competencies

On the basis of several items, the lecturers were asked to assess certain aspects that served as indicators to identify their technology competencies, such as the level of skill and ability that they believed they had with regard to handling the tools of the virtual environment in which the various subjects were taught; the tools for designing teaching materials; and their level of skill with regard to office-automation and web-browsing programs.

**Table 1.** Percentage distribution of the level of skill and ability of use that the lecturers said they had with regard to the handling of various tools

Level of skill	SKILL AND ABILITY IN THE USE OF TOOLS:		
	Of the virtual environment	For designing teaching materials	Office automation and web browsing
Very low	-	-	-
Low	-	3%	-
Medium	5%	23%	-
High	55%	41%	42%
Very high	40%	33%	58%

Just over half of the lecturers (55%) said that they had a *high* level of skill in the use of the tools of the virtual environment in which they taught, while 40% said that they had a *very high* level of skill. However, when asked about their level of skill with regard to handling tools for designing teaching materials (presentations multimedia, web pages, etc.), 3% considered that their level was *low* and 23% *medium*. This is a handicap that needs to be overcome because, to teach a subject in a virtual environment, it is an essential requirement that lecturers elaborate motivating, attractive materials that facilitate the study of and approach to the content dealt with in each subject.

With regard to the level of skill and ability in the use of office-automation programs (Word, PowerPoint, Excel, etc.) and web-browsing programs, 58% of the lecturers stated that they had a *very high* level, while 42% stated that they had a *high* level. This undoubtedly gives an idea of the lecturers' predisposition to access various technological tools.

## 2) The lecturers' teaching competencies

Through several items, which served as indicators, the lecturers and the students were asked to assess various aspects directly related to: a) the lecturers' ability to adopt, in their subject, a suitable *instructional design*; and b) their capacity and skill to *design teaching materials*. The results are presented below:

### a) Teaching competencies connected with instructional design

Through the first set of items, data were indirectly gathered on the personal assessments that the lecturers made of their level of teaching competency. Data were also gathered on the same issue through the assessments that the students made. For that purpose, the lecturers and the students were asked about the suitability of the presentation of the objectives that guided the subject taught or taken, respectively. Thus, it was found that while 83% of the lecturers stated that they had always given their students a clear, explicit presentation of the objectives (Table 2), only 60% of the university students were of the same opinion. In addition, it should be underscored that 19% of the students surveyed pointed out that they had not perceived that the lecturers had presented the objectives with the desired clarity and transparency.

Something similar occurred with the assessments that the students made of the existence of a clear definition of the competencies that they were supposed to attain from the subject taken online, since 18% of them stated that they had *never or hardly ever* been made known to them.

**Table 2.** Percentage distribution the lecturers' (LEC) and the students' (STU) assessments of teaching competencies connected with instructional design

Items	Never/Hardly ever		A Sometimes		Always/Nearly always	
	LEC	STU	LEC	STU	LEC	STU
1. Gives a clear, explicit presentation of the learning objectives	1%	<b>19%</b>	16%	20.5%	<b>83%</b>	<b>60.5%</b>
2. Defines and makes known the competencies that students should attain and/or develop	6.7%	<b>18%</b>	41.7%	26.5%	51.6%	55.5%
3. Offers suitable content to attain the objectives of the subject	1.6%	18%	11.3%	18.6%	<b>87%</b>	63.4%
4. Proposes activities that allow content to be assimilated and to achieve good learning	-	15.6%	11.5%	<b>20%</b>	<b>88.5%</b>	64.4%



Table 2. Percentage distribution the lecturers' (LEC) and the students' (STU) assessments of teaching competencies connected with instructional design

Items	Never/Hardly ever		A Sometimes		Always/Nearly always	
	LEC	STU	LEC	STU	LEC	STU
5. Sets ongoing assessment or self-assessment tests or exercises	6.4%	11.3%	6.5%	14%	<b>87%</b>	74.8%
6. The assessment formula adopted allows the assimilation of content and the attainment of objectives to be demonstrated	-	<b>15.2%</b>	11.5%	18%	<b>88.5%</b>	66.8%
7. Fosters collaborative work among students through activities	38.3%	32%	20%	21.7%	<b>21.7%</b>	<b>46.3%</b>

Most of the lecturers surveyed considered that they had offered suitable content to attain the objectives (87%) and proposed activities that allowed such content to be assimilated (88.5%) (Table 2). However, the students' opinions in this respect were very divided: 15.6% stated that the lecturers had *never or hardly ever* proposed any activities that allowed them to assimilate content and achieve good learning, while 20% pointed out that the lecturers had only *sometimes* done so (Table 2).

These data are worthy of serious reflection because, according to Cabero and Román (2006), if educational activities help students to approach the content dealt with in the subject while developing cognitive operations of various kinds, then there is no doubt that great pains should be taken to ensure the proper formulation of suitable activities that are relevant to each learning situation, because such formulation is one of the fundamental tasks of the teaching function that demonstrates teaching competency.

Likewise, the establishment of an assessment system that is consistent with the objectives and content of the subjects is something that needs to be thoroughly planned and not left to chance. Nor should arbitrary or simplistic formulas be adopted (Del Moral & Villalustre, 2009b). On this issue, it should be pointed out that over 88.5% of the lecturers considered that the mode of assessment they had adopted was suitable for ascertaining the attainment of the objectives and the students' level of assimilation of content, while the remaining 11.5% stated that this was *sometimes* the case (Table 2).

In contrast, just over 15% of the students (Table 2) perceived that the planned assessment system was not suitable for measuring their advances and progress on the subject. This therefore brings into question the relevance and suitability of the assessment criteria and formulas that are often adopted in virtual and blended-learning contexts.

According to Miller (2000), collaborative learning arises as a response to the subject's need to learn alongside others. And there is no doubt that fostering situations that encourage such learning does indeed contribute to a mutual enrichment and a transfer of knowledge. However, 38% of the lecturers surveyed (Table 2) stated that they had *never or hardly ever* proposed or undertaken any activities aimed at fostering collaborative learning among their students, while 20% had *sometimes* done so and only 22% had *always or nearly always* done so.

Consequently, we found an association with the data gathered from the students because 46% of them (Table 2) stated that their lecturers had regularly fostered collaborative learning, while only 22% had *sometimes* done so and 32% had *never or hardly ever* done so.

### b) Teaching competencies connected with the design of materials

Another set of items was aimed at finding out about the teaching competencies that the lecturers stated they had with regard to designing teaching materials, and about the students' assessments of them. For that purpose, they were first of all asked about aspects connected with the structure and design of teaching materials. And, in this respect, over 88% of the lecturers (Table 3) considered that the materials elaborated on digital media were suitable for facilitating study and had a suitable structure. The students' opinions in this respect were very disparate: 16% and 19% of them pointed out that the presentation and the structure of the teaching materials, respectively, were not suitable.

**Table 3.** Percentage distribution the lecturers' (LEC) and the students' (STU) assessments of teaching competencies connected with the design of teaching materials

Items	Never/Hardly ever		Sometimes		Always/Nearly always	
	LEC	STU	LEC	STU	LEC	STU
8. Includes teaching materials that facilitate study	3.3%	<b>16%</b>	8.2%	20.5%	<b>88.5%</b>	63.5%
9. The teaching materials for the subject have a suitable structure	5%	<b>19%</b>	6.5%	19%	<b>88.5%</b>	62%
10. Considers that the times chosen for the presentation of the teaching materials were appropriate	-	17%	16%	23%	<b>84%</b>	<b>60%</b>
11. Facilitated the students' access to the teaching materials and activities	-	12%	3%	18%	<b>97%</b>	<b>70%</b>

Likewise, a large majority of the lecturers considered that the times chosen for the presentation of the teaching materials and for access to them were suitable (84% and 97%, respectively) (Table 3). However, the students' perceptions of these aspects were considerably lower (60% and 70%, respectively). Worthy of note are the percentages of students who judged their lecturers harshly for not facilitating the teaching materials at the time and in the manner that they would have liked (17% and 12%).

### 3) The lecturers' tutoring competencies

This set of items contained indicators that served to find out about the level of the lecturers' tutoring competencies. It was possible to infer this aspect from the answers that the lecturers and the students gave on various matters connected with the guidance or with the tutoring offered by their lecturers, as well as the stated abilities to manage participation. The results were as follows:

a) *Tutoring competencies connected with tutorial guidance*

In an attempt to assess the level of the lecturers' tutoring competencies, the lecturers and the students were asked about matters connected with the guidance and tutorial actions offered by the lecturers and received by the students in the course of educational actions.

Among other things, the aim was to establish whether strategies had been put in place to deal with the students' cognitive diversity, since such strategies greatly help to ensure optimum results in the learning process, as highlighted in the research projects undertaken by Del Moral and Villalustre (2004). The data show that 57% of the lecturers (Table 4) stated that they had made efforts to adapt to the prior knowledge that the students had, as well as to the cognitive particularities of their learning styles. Similarly, 41% of the students confirmed that this was the case, though it is significant that 28% of them pointed out that they had *never or hardly ever* perceived that the lecturers had made any effort to adapt to the students' knowledge and personal styles.

**Table 4.** Percentage distribution the lecturers' (LEC) and the students' (STU) assessments of tutoring competencies connected with guidance

Items	Never/Hardly ever		Sometimes		Always/Nearly always	
	LEC	STU	LEC	STU	LEC	STU
12. Makes an effort to adapt to the students' prior knowledge and learning styles	10%	28%	33%	31%	<b>57%</b>	<b>41%</b>
13. Regularly sends messages to guide and orientate the students' learning	5%	<b>30%</b>	22%	24%	<b>73%</b>	46%
14. Quickly and clearly answers the students' queries on activities	-	21%	2%	19%	98%	60%
15. Provides specific results and comments to support the students' learning progress	3%	<b>28%</b>	17%	19%	<b>80%</b>	53%

According to Mingorance (2001), another good practice that helps to explain a lecturer's tutoring competency is the promotion of self-regulated and collaborative learning through various methodological and communicative strategies both inside and outside virtual contexts. A tutorial action centred on guiding and orientating students becomes the backbone of the educational action. In this respect, 73% of the lecturers (Table 4) considered that they had regularly sent messages to motivate and guide the students' learning, though this statement was not shared by 30% of the students, who seemed to feel a little unaccompanied.

Likewise, while 80% of the lecturers (Table 4) considered that they had provided the students with specific results and comments to foster the students' learning progress, 28% of the students (Table 4) were critical of the fact that they had not received personalised comments of support and encouragement in relation to their progress, and indirectly demanded that their tutors provide them with that motivation.

Nevertheless, as García and Troyano (2009) point out, we should not lose sight of the fact that tutorial action is conceived as a student support system that allows students to receive personalised accompaniment in order to ensure successful learning.

*b) Tutoring competencies connected with participation management*

Given that these subjects are taught in a virtual environment, the participation mechanisms that the lecturers mediate become very relevant because the students' continuance on a subject will greatly depend on them.

Thus, the lecturers and the students were asked about the existence of tasks to facilitate the introduction of the participants in the educational action in the first few days. Just over 70% of the lecturers (Table 5) stated that they had *always/nearly always* undertaken these tasks. However, over 28% of the students (Table 5) did not share that statement. It is essential to foster initial contacts between all the participants so that they can get to know each other and establish links that encourage interaction and favour the subsequent realisation of joint educational activities.

**Table 5.** Percentage distribution the lecturers' (LEC) and the students' (STU) assessments of tutoring competencies connected with participation management

Items	Never/Hardly ever		Sometimes		Always/Nearly always	
	LEC	STU	LEC	STU	DO	LEC
16. Proposes tasks to facilitate the introduction of all participants in the first few days	18.3%	<b>28.3%</b>	10%	25%	<b>71.7%</b>	46.7%
17. Quickly and effectively deals with problematic situations	-	<b>22.3%</b>	15%	26%	85%	51.7%
18. Fosters participation and communication among the subject's students	15%	<b>23.4%</b>	20%	24%	65%	52.6%
19. Guides participation in forums/wikis and encourages the compilation of conclusions	<b>23.3%</b>	14.6%	30%	26%	46.7%	59.4%
20. Asks the students to give arguments and reasons for their statements, suggestions, etc.	8.4%	17%	16.7%	<b>24%</b>	<b>74.9%</b>	59%
21. Redirects the contributions towards the original activity or topic, if they have gone off track	6.7%	20.8%	25%	28.6%	68.3%	50.6%

Likewise, just over 22% of the students (Table 5) perceived that the feedback given by the lecturers had not been as fluid as they would have liked, while 23.4% considered that the lecturers had not fostered participation and communication among all fellow students. These factors are considered to be of vital importance because the students' continuance in the subject's virtual environment often depends on them to a large extent.

Furthermore, 74% of the lecturers (Table 5) stated that they had asked the students to give arguments and reasons for their statements and suggestions. However, 24% of the students considered

that the lecturers had only *sometimes* asked them to undertake this task. This is an essential prerequisite for ensuring optimum learning that is not subject to relativism, but to thoroughness and grounding.

Finally, it should be noted that just over 23% of the lecturers (Table 5) stated that they had not regularly guided the students' participation through forums or wikis that had been set up on the various institutional LMSs of the universities. This finding is easy to understand if the volume of students is high, since it increases the amount of time that lecturers need to spend on monitoring collaborative practices through such tools.

## Conclusions

In order for ICTs to contribute to achieving the quality, mobility, diversity and competitiveness that the new EHEA wishes to foster for all education agents involved in the university education progress, they must become a substantial part of those agents' teacher training and preparation (De Pablos, 2005). In this regard, university education practices applied in virtual learning environments represent a major challenge. It is necessary to underscore the fact that they are spaces that can help lecturers generate and take actions that foster students' learning through the adoption of new forms of communication, tutoring and interaction (Area & Adell, 2010).

The study carried out highlights the fact that just over 80% of the lecturers considered that good teaching planning had been undertaken. However, the percentage fell to around 60% when the students were asked about the same issue. Likewise, around 75% of the lecturers made a positive assessment of their capacity to carry out tutorial actions, an assessment that is shared by approximately 50% of the students. Similar data were obtained for the surveyed lecturers and students with regard to the lecturers' capacity to manage participation; 70% of the lecturers and 53% of the students made a positive assessment of this issue.

Thus, from the results obtained, it was possible to identify a whole series of strengths and weaknesses in relation to the professional competencies that the lecturers had in order to undertake their activities in virtual contexts.

Among the *strengths* found in relation to the *teaching and technology competencies* that the lecturers employed, according to the lecturers' and the students' opinions, the following stand out: the proper formulation of activities that foster learning, the consistency of objectives/content with the assessment made, the setting of self-assessment tests, etc. Likewise, for the most part, the surveyed lecturers and students highlighted the fact that they had perceived clarity in the presentation of content, the variety of resources used, the potential for content interaction, etc.

The main *weaknesses* were the lack of effective proposals for practicals that promote collaborative learning through participation and interaction among all students to foster a suitable context that encourages the shared construction of knowledge, as well as the lack of a suitable structure of teaching materials that facilitates the students' journey through the content and their understanding of the interrelation and connection that may exist between the various sections such materials comprise.

With regard to the *strengths* stated by the surveyed lecturers and students in relation to the tutoring

competencies that the lecturers perceived they had, worth underlining is the existence of individual and group tutoring practices fostered by fluid communication through clear, quick answers to the students' queries. However, the lack of personalised comments of support and encouragement in relation to the students' learning progress was the main *weakness* found by the students.

Finally, from the results obtained, it was possible to establish the competencies considered essential for 2.0 lecturers to have:

#### *Teaching and technology competencies*

- The capacity to motivate, through the design of content focusing on practical application and the formulation of activities adapted to the students' cognitive characteristics and interests.
- The capacity to assess learning, adopting continuous assessment that checks the assimilation and practical application of content.
- The capacity to handle digital tools suited to the content and to the activities that need to be undertaken, and to the students' cognitive characteristics.
- The ability to suitably select and use 2.0 resources to promote learning.

#### *Tutoring competencies*

- The capacity to communicate, as well as social skills and empathy, to foster the process of communication and interaction with and among students in the virtual context.
- The ability to create and manage work groups and to promote the students' active participation by previously selecting the right 2.0 tools to make that effective (blogs, wikis, etc.).

## References

- AREA, M.; ADELL, J. (2009). "E-learning: enseñar y aprender en espacios virtuales". In: J. DE PABLOS (coord.). *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Malaga: Ediciones Aljibe. Pages 391-424.
- CABERO, J.; ROMAN, P. (2006). *E-actividades. Un referente básico para la formación en Internet*. Seville: Editorial Eduforma.
- CVC DEL G9 (2010). *Oferta formativa para el curso académico 2010/2011*. [Accessed: 20 October 2010]. <<https://www.uni-g9.net/portal/asignaturas2010-2011.html>>
- DE PABLOS, J. (2005). "El Espacio Europeo de Educación Superior y las Tecnologías de la información y la Comunicación". In: P. COLÁS & J. DE PABLOS (coords). *La Universidad de la Unión Europea. El espacio Europeo de Educación Superior y su impacto en la docencia*. Malaga: Ediciones Aljibe. Pages 57-73.
- DE PABLOS, J. (2008). "Nuevas formas de trabajo en las aulas universitarias con el soporte de las Tecnologías de la Información y la Comunicación". In: M. E. DEL MORAL & R. RODRÍGUEZ (coords). *Experiencias docentes y TIC*. Barcelona: Editorial Octaedro. Pages 43-58.

- DEL MORAL, M. E. (coord.) (2007). *Proyecto MATRIX: Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al nuevo EEES* [online report]. Project funded by the Spanish Ministry of Education and Science. EA 2007-0015.  
<<http://82.223.210.121/mec/ayudas/CasaVer.asp?P=29~~~260>>
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2004). "Indicadores de calidad en la docencia virtual: adaptación de los entornos a la diversidad cognitiva de los estudiantes". *Aula Abierta*. No 84, pages 155-172.
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2009a). "Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al nuevo EEES". Proyecto MATRIX. Barcelona: Octaedro.  
<<http://www.octaedro.com/pdf/16036.pdf>>
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2009b). "Las competencias didácticas y tutoriales de los docentes en contextos virtuales, evaluadas por los aprendices, y sus implicaciones". In: R. ROIG (dir.). *Investigar desde un contexto educativo innovador*. Alicante: Editorial Marfil. Pages 83-102.
- DEL MORAL, M. E.; VILLALUSTRE, L. (2010). "Formación del profesor 2.0: desarrollo de competencias tecnológicas para la escuela 2.0". *Revista Magíster*. No 23, pages 59-70.
- GARCÍA, A.; TROYANO, Y. (2009). "El tutor universitario en el Espacio Europeo de Educación Superior: guiando a estudiantes de pedagogía". In: R. ROIG (coord.). *Investigar desde un contexto educativo innovador*. Alicante: Editorial Marfil. Pages 171-182.
- MINGORANCE, P. (2001). "Aprendizaje y desarrollo profesional de los profesores". In: C. MARCELO (coord.). *La función docente*. Madrid: Síntesis. Pages 85-101.
- MILLER, L. (2000). "La resolución de problemas en colaboración". In: REIGELUTH (ed.). *Diseño de la instrucción. Teorías y Modelos. Un nuevo paradigma de la teoría de la instrucción. Parte I*. Madrid: Santillana. Pages 255-259. (Aula XXI).

## About the Authors

Dr M<sup>a</sup> Esther del Moral Pérez

[emoral@uniovi.es](mailto:emoral@uniovi.es)

Professor of New Technologies Applied to Education, University of Oviedo

Coordinator of the Tecn@: Technology and Learning research group. Member of the University of Oviedo's Innovation Committee through merit-based selection. Lecturer of the pioneering virtual subject Education in the rural environment, taught online on the *Campus Virtual Compartido del G9*. She has published various books, including: *Televisión, desarrollo de la creatividad e infancia* (coord.) (2010), Barcelona: Octaedro; co-author of the book *Proyecto MATRIX: Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al Blended Learning* (2009), Barcelona: Octaedro; coordinator of *Experiencias docentes y TIC* (2008), Barcelona: Octaedro; *Sociedad del conocimiento: ocio y cultura* (2004), Oviedo: KRK; and author of *Reflexiones sobre NNNT y educación* (1998) at the University of Oviedo. She has written various book chapters in collaboration with other authors and numerous articles for Spanish and international journals, as well as a host of papers for national and international conferences, which can be found on DIALNET.

*Dr Lourdes Villalustre Martínez*

villalustrelourdes@uniovi.es

Lecturer in New Technologies Applied to Education, Department of Education Sciences, University of Oviedo

Lecturer on various virtual teaching courses aimed at university teaching staff and imparted on the Virtual Campus of the University of San Martín de Porres, Peru. Member of the Tecn@: Technology and Learning research group. Her research focuses on the study of virtual learning environments and cognitive styles, as well as the design of hypermedia educational applications. She has participated in various competitive research projects funded by the Spanish Ministry of Education and Science and the University of Oviedo, among others. She is the co-author of the book *Proyecto MATRIX: Modalidades de aprendizaje telemático y resultados interuniversitarios extrapolables al Blended Learning* (2009), Barcelona: Octaedro. She has written various book chapters in collaboration with other authors and numerous articles for major Spanish and international journals, indexed in the most important databases. She has made numerous contributions to national and international events and conferences.

Universidad de Oviedo

Facultad de Formación del Profesorado y Educación

Despacho 210

C/ Aniceto Sela, s/n

33005 Oviedo (Asturias)

Spain



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.



## ARTICLE

# Social Networks and University Spaces. Knowledge and Open Innovation in the Ibero-American Knowledge Space<sup>1</sup>

**Daniel Domínguez Figaredo**

ddominguez1@gmail.com

Lecturer and Researcher, Faculty of Education, UNED

**José Francisco Álvarez Álvarez**

jalvarez@fsf.uned.es

Professor of Logic and Philosophy of Science, UNED

Submitted in: February 2011

Accepted in: May 2011

Published in: January 2012

## Recommended citation

DOMÍNGUEZ, Daniel; ÁLVAREZ, José Francisco (2012). "Social Networks and University Spaces. Knowledge and Open Innovation in the Ibero-American Knowledge Space" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 245-257 UOC. [Accessed: dd/mm/yy]. <<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-dominguez-alvarez/v9n1-dominguez-alvarez-eng>>

ISSN 1698-580X

## Abstract

Information technology-based social spaces can open up new ways to facilitate the university community's participation in decision-making processes. Although the appropriation of technology is very high and widespread among university groups, there is a very weak presence of suitable structures and processes that enable institutions to channel online participation, to analyse their

---

1. Article based on the work and results of the research project "Online Knowledge Management: UniversiaG10" funded by the Santander Universities Global Division of Banco Santander.

impact on improving organisational goals and, ultimately, to make use of such open processes as a means of generating innovations in their main lines of action. Based on the experience of coordinating the UniversiaG10 project, the Social Web platform of the 2<sup>nd</sup> Universia International Meeting of Rectors, this article proposes some innovations and elements that justify the need to move towards true e-governance of universities.

Drawing on the design and results of this project, we review the bases of sociability on the Web by taking account of grassroots movements and new hybrid models of interaction on social networks, both on- and offline. Building on these experiences and a critical analysis of them, we consider ways to nudge towards open-innovation processes in higher education institutions by taking the dynamics of participation in the Social Web as the point of reference. In particular, two cases of socio-educational innovation stemming from the actions implemented while the project was running are conceptualised: firstly, the institutionalisation of participatory logics and, secondly, community-based dynamics. The conclusions highlight the opportunity to move towards e-governance models in universities in order to integrate open innovation and university-community participation dynamics through social technologies.

### Keywords

distributed knowledge, higher education, social networks, open innovation, grassroots movements, nudge, e-governance

## *Redes sociales y espacios universitarios. Conocimiento e innovación abierta en el espacio iberoamericano del conocimiento*

### Resumen

Los espacios sociales basados en las tecnologías de la información pueden abrir nuevas vías para facilitar la participación de la comunidad universitaria en los procesos de toma de decisiones. Aunque la apropiación de tecnología sea muy elevada y generalizada entre los colectivos universitarios, resulta muy débil la presencia de procesos y estructuras adecuadas que permitan a las instituciones canalizar la participación online, analizar su impacto para la mejora de los fines de la organización y, en última instancia, hacer uso de esos procesos abiertos como base para generar innovaciones en sus principales líneas de acción. Partiendo de la experiencia en la coordinación del proyecto UniversiaG10, la plataforma en la web social del II Encuentro Internacional de Rectores Universia (EIRU), en este artículo se formulan algunas innovaciones y elementos que justifican la necesidad de avanzar hacia una auténtica gobernanza electrónica de las universidades.

A partir del diseño y los resultados de dicho proyecto, se revisan las bases de la sociabilidad en la web partiendo del enfoque de los movimientos grassroots (de base) y los nuevos modelos de interacción híbrida en redes sociales dentro-fuera de internet. Apoyándonos en esas experiencias y en su análisis crítico, se plantearán formas de «empujar» (to nudge) hacia procesos de innovación abierta en las instituciones de educación superior, tomando como referencia las dinámicas de participación en la web social. En concreto, se conceptualizan dos casos de innovación socioeducativa que parten de las acciones aplicadas durante el desarrollo del proyecto: la institucionalización de las lógicas participativas y las dinámicas basadas en la comunidad. En las conclusiones se pone de manifiesto la oportunidad de avanzar hacia modelos de e-gobernanza en las universidades, con el objetivo de integrar la innovación abierta y las dinámicas de participación de la comunidad universitaria apoyadas por tecnologías sociales.

### Palabras clave

conocimiento distribuido, educación superior, redes sociales, innovación abierta, movimientos grassroots, nudge, e-gobernanza

## Introduction

The two meetings of Ibero-American university rectors organised by the Universia network (Seville 2006 and Guadalajara 2010) allowed the heads of those institutions to contrast their views of higher education and to jointly identify the challenges faced by the tertiary education system as a whole.<sup>2</sup> The latter was held in Guadalajara (Mexico) from 30 May to 1 June 2010, under the title “Universia International Meeting of Rectors”.

From the early stages of preparing for the meeting, and in order to bring innovation to its organisational model, those in charge of the Universia International Meeting of Rectors considered that the debate on the meeting’s thematic content should be opened up to the university community. This content, initially proposed by the rectors and institutional managers, was taken as the basis for articulating the reflections and agreements stemming from the event. The idea behind the new model was to strengthen participation and openness. Indeed, it led to an open, expanded event (living meeting) that allowed the potential of online socialisation spaces to be used to the full; the actions promoted at the meetings of rectors were basically aimed at the university community, and this new model allowed that community’s interests to be integrated more directly.

In order to progress towards the goal of expanding participation, a series of Internet-based projects were implemented. We had the opportunity to coordinate one of those projects, UniversiaG10, which is the object of study and the source of the analysis performed in this article.<sup>3</sup> Regarding the goals of the UniversiaG10 project, three areas were considered:

- Instrumental area: To develop an online conversation open to audiences belonging to Ibero-American society that might be interested in higher education.
- With the data obtained from participation: To manage the knowledge acquired and to transfer it to the debates articulated by the meeting of rectors.
- Strategic area: To try and drive innovations in the use of technologies in order to strengthen and improve the governance of the higher education institutions belonging to the Universia network.

---

2. The official documents generated by the two meetings of rectors are available at: *Declaración de Sevilla* (2005), <http://encuentro2005.universia.net/declaracionsevilla.htm>; *Agenda de Guadalajara* (2010), <http://www.universiag10.org/wp-content/uploads/guadalajara.pdf>.

3. In short, the UniversiaG10 action consisted in seeking out and motivating, on social networks, the type of audience that would be interested in reflecting on the present and future of the Ibero-American university system. Once in contact with the audience, and in order to create a discourse and develop a conversation around it, an information flow was generated on social networks with the aim of contributing ideas on and fostering exchanges about the Universia International Meeting of Rectors 2010. The Social Web conversation took place in the following environments: Twitter, Facebook, YouTube, LinkedIn and Delicious. In addition, in order to manage the content, a project-specific platform was designed, [www.universiag10.org](http://www.universiag10.org), which acted as a point of convergence for anyone to follow the open conversations on the Social Web. The focus, milestones and main results can be found in the final report of the UniversiaG10 project (Alvarez & Dominguez, 2010). The final report gives a detailed account of the project’s most significant data, so the reader is strongly encouraged to read it in order to validate and contrast the information contained in this work. We refer to the data contained in the report when considering the reflections and the analytical frameworks stemming from this practical intervention.

The results generated in these areas are interpreted in a theoretical and conceptual framework where the tensions arising from the expansion of new forms of sociability on the Internet are examined. In the university sphere, these tensions arise in the particular relationship between grassroots social practices,<sup>4</sup> which spontaneously emerge among university-community participants, and institutional stances, which normally tend in the opposite direction due to the creation of online contexts that are constrained and limited to certain types of practices (Pando, 2010).

From the experience of the UniversiaG10 project, in which these tensions are identifiable, we endeavour to reflect on how a suitable consideration of the associative potential of the Internet can serve as a basis for driving institutional actions that generate advances (Thaler & Sunstein, 2008) that, in this case, can be applied in order to improve the model of relationships between universities and their audiences, as well as their joint knowledge production.

## Theoretical and conceptual framework: hybrid sociability and grassroots movements

The growing phenomenon of new citizen practices associated with the innovative power of information technology<sup>5</sup> is still far from reaching its full impact on the sphere of higher education. Universities have incorporated technologies in a generalised manner, driven by advances in the information technology and telecommunications sectors.<sup>6</sup> Generally speaking, however, this proliferation of tools and systems does not appear to have taken place in a policy and institutional management context that has surpassed the scope of the specific actions of technology units and services to reach the entire range of strategic lines of an organisation.

From its initial conceptualisation, the UniversiaG10 project endeavoured to avoid these biases towards an aseptic version of technology by including the social components of interaction as the main element. In order to do that, attention was focused on expanding social participation in various web-based environments, which meant that it was necessary to learn about the traits that

---

4. Grassroots movements are citizen groups that spontaneously emerge. They have a specific goal that justifies their existence and gives them meaning. Here, these groups are not considered in all of their sociological breadth. They will be used specifically as an interpretational approach to the ethos and configuration of those virtual communities that shaped the earliest expressions of cyberculture. An extensive analysis of these movements and of their connection with the Internet's evolution can be found in Castells (2000 and 2001). For a study applied to the capacity of online grassroots groups to take action in various contexts and with varying goals, see Norris (2001), Juris (2006) and Castells (2009).

5. Although the term 'information technology' usually has a highly technological meaning, with specific approaches in the fields of engineering and economics (see Sáez (2004)), it is used in this article to express the material component of information in the context of the network society (Castells, 2001).

6. There are many studies on the role of information technology in higher education. Taking the Spanish context as a point of reference, the most representative image is provided by a series of UNIVERSITIC studies by the Conference of Spanish University Rectors. The latest of these studies (Uceda & Barro, 2009) provides a clearly technocentric snapshot of the socio-educational potential of information technology. As a complement to that view, a critical approach to models of technology appropriation for pedagogical purposes in higher education can be found in Domínguez (2007). This perspective has been developed further in the joint study entitled "Gobierno electrónico y gobernanza en el Sistema Universitario Español (GEGOSUE)" (Álvarez et al., 2011).

characterise human behaviour in the new socio-technical contexts, paying equal attention to the individual level (which determines online 'presence') and to the group level (in the form of 'virtual communities'). That analysis allowed the main dimensions that shape online sociability to be put into context, and to introduce a conceptual basis on which to plan socio-educational uses of and practices with technologies in various institutional settings.

## Hybrid social 'presence'

Online 'presence' comprises a set of social practices that define the action and stance of individuals in the information society. Knowing their defining traits provides an essential basis on which to design effective social promotion actions. Of the many elements that shape online presence, worthy of analysis – from a theoretical and conceptual perspective – are two relevant aspects for the design of extended social actions such as those that took place at the 2<sup>nd</sup> Universia International Meeting of Rectors: (i) the techno-social structure of the environments in which practices take place; and (ii) aspects connected with people's engagement in participatory networks.

From a structural viewpoint, the Web is a public space that complements the physical environment where day-to-day sociability is shaped. The structure of this public space is not static. Rather, it evolves as a result of the complex interactions that take place between its two essential components: the technological component and the social component. In the context of that evolution and for analytical purposes, the most noteworthy trait of the Web is currently the hybridisation of on- and offline sociability. The online-offline hybridisation factor has a direct impact on the structure of sociability, since it gives rise to significant changes in people's behaviour. As a consequence of that component, the practices that take place on the most popular social networking sites (Facebook and Twitter for example) are noticeably very different from the ethos and purposes of early virtual communities. In the early years of the Web, social relationships were characterised by several clear forms of constraint, especially with regard to the topics of conversation (content connected with the development of protocols and software that made the advent of the Internet possible, civilian protests and role-playing games)<sup>7</sup> and to the structure of such conversation (limited by the characteristics of the communication tools).<sup>8</sup> Over time, those highly specific practices have led to forms of relationship that are more open, where technologies are directly present and embedded in people's physical lives, and the content shared covers the whole spectrum of daily life.<sup>9</sup> For its part, the ubiquity of connected devices allows for forms of extended sociability that blur the boundaries between physical and virtual reality (Monge & Contractor, 2003; Benkler, 2006; Echeverría, 2009).

---

7. For an initial approach to the logic of virtual communities prior to the advent of social networks, see Rheingold (1993), Turkle (1995), Jones (1998), Castells (2001), Di Maggio et al. (2001) and Katz et al. (2001). A generic analysis of social movement topics on the first generation Web can be found in Diani (2000).

8. An analysis of how technological architecture impacts on social practices on the Web can be found in Mayans (2001) and Estalella (2005a and 2005b). The former deals with IRC Chat channels and the latter deals with blogger communities.

9. To this range of generic topics, a particular aspect that needs to be added is the banal and fake backdrop that predominates in accounts and conversations on social networks constituting the mainstream (Mayans, 2006; Lara, 2010).

The resultant model is a web in which relationships are distributed in the form of a network; platforms that mediate between physical and virtual reality act as communication interfaces, and online interactions constitute the 'glue' that assures the bond between actors, ultimately driving the necessary innovations to keep the system active (Freire, 2010). To a certain extent, these interactions constitute the fluid in which human individualities are expressed, the behaviour of which is equivalent to semipermeable membranes that filter contextually dependent information (Álvarez, 2001 & 2002).

## (Grassroots) participation in the Social Web

The UniversiaG10 project sought to foster the presence of the Ibero-American university community in the 2<sup>nd</sup> Universia International Meeting of Rectors. In order to achieve that, a Social Web promotion strategy was designed with three objectives in mind: (i) to give the university community access to the entire content of the meeting of rectors; (ii) to activate and maintain online participation in the meeting; and (iii) to establish resources to allow the content of online debates to be reused in order to enhance the reflections made by the rectors. Generally speaking, these objectives do not differ greatly from those of other similar projects for online group management.

In order to achieve those objectives, the project design took account of the constraints on classic virtual-community promotion theories (Rheingold, 1993) arising from new forms of expanded sociability involving on- and offline practices and participants from many cultural backgrounds. The most significant innovation was a distributed communication system based on multiple open conversations. The aim was to get participants themselves to mould the development of the discourse so that it would generate a feeling of belonging. Under the UniversiaG10 brand, new sharing and socialisation spaces were also created to allow the university community's initiatives to be disseminated. Online conversation was considered to be an integrative component, and attempts were made to group conversations around pre-meeting activities, debates among participants in Guadalajara and post-meeting contributions. These innovative actions represented a step forward in the model of relationships between an institution like Universia and its audience, which was this time based on bidirectional processes and greater horizontality.

Likewise, to go beyond the classic models of interaction in virtual communities, a community participation strategy was designed. This strategy was based on the way grassroots movements operate in cyberspace. The organisational forms of grassroots movements are an important focus of analysis in terms of understanding today's online social dynamics and, by extension, they allow the organisation of online-offline group action to be elucidated.<sup>10</sup>

In the stages prior to the Social Web, online grassroots movements were articulated as 'intelligent crowds' and, with diverse goals, they used the potential of the Internet to strengthen their role and exert influence over the environment (Rheingold, 2002). Later, the capacity of any kind of group

---

10. See Castells (2009) for an in-depth analysis of information technology-based social movements and their impact on cultural change in the information society context.

to take action expanded significantly as a consequence of two major techno-social factors: (i) the proliferation of mobile devices; and (ii) the emergence of new open-innovation platforms, which operate and feed back on each other through social practices that take place both inside and outside the Internet space. The interplay of these two factors has led to new organisational capacities at social movements' and communities' disposal that are substantially different from those available in the pre-2.0 era. Today, information technology serves as a powerful catalyst to empower social actors and provide them with the necessary resources to implement their action in the information society.<sup>11</sup>

Within its limited scope of action, the UniversiaG10 project aimed to serve as an agent that made indirect use of grassroots forms of organisation. The analytical interest resides in the precise ways of carrying out grassroots action from an institutional platform like Universia, and in how to prevent the corporate approach from negatively altering the objectives of openness and horizontality. Both aspects form part of the socio-technical innovations examined in the next section.

## Focal points of socio-educational innovation

Linked to the general objectives of the project, the main innovations stemming from this experience were: the expansion of the Ibero-American university community's organisational capacity and the management of knowledge arising in that context.

To better analyse these innovations and their potential transfer to higher education institutions, we considered the utility of the nudge approach proposed by Thaler and Sunstein (2008) in the context of 'libertarian paternalism'.<sup>12</sup> The innovations and novel proposals arising from the UniversiaG10 project may serve as nudges to get higher education institutions to improve their open management and participation dynamics for the benefit of the university community.

## Inverse socio-technical appropriation: institutionalisation of grassroots methods

From a conceptual viewpoint, it is a matter of reflecting on two intertwined approaches: (i) social action proposals based on generative communities that are inherent to online culture; and (ii)

---

11. The new reality facilitated by Web 2.0 tools and other types of technology, such as augmented reality, dynamic contextual information and geolocation, has been conceptualised by George Siemens under the term 'xWeb'. For Siemens (2010), the "xWeb is the utilization of smart, structured data drawn from our physical and virtual interactions and identities to extend our capacity to be known by others and by systems". In the context of this work, individuals and communities are understood to be operating in an environment thus defined.

12. Nudges are based on evidence of the fact that people do not take decisions in a void. They take them in an environment influenced by many determining factors. The person/body that creates the environment in which these decisions are taken is a choice architect (Thaler, Sunstein & Balz, 2010). This architecture is used to nudge people to help them take better decisions, without forcing any final outcome on them, while retaining the individual's choice. This approach to indirect, choice-based intervention is called 'libertarian paternalism'.

institutional initiatives that use Web 2.0 resources as a marketing strategy to access and exert influence over their target audience. The practices included in this second dimension are called 'astroturfing'. 'Astroturfing', a term derived from AstroTurf (a brand of artificial turf), is used in opposition to the term 'grassroots' (used here with the meaning of a spontaneous popular movement) and aims to pass off an advertising campaign, festival, demonstration or protest as something popular, spontaneous and independent from an organisation or company (Pando, 2010). It is about institutions or official agents using forms of action drawn from online grassroots movements in order to further their mission or strategic objectives. While UniversiaG10 was not entirely an astroturfing initiative, it did have several comparable components, in that it was a project promoted by an organisation (Universia)<sup>13</sup> and that one of its goals was to enhance the impact of the 2<sup>nd</sup> Universia International Meeting of Rectors on the Social Web.

There is an obvious risk of mixing practices from opposing models of online mobilisation. Among these is the drift of institutional practices towards actions inherent to grassroots movements. This is a form of inverse appropriation that gives rise to numerous negative effects, such as a loss of credibility in the corporate discourse, the desertion of the critical mass, the unidirectionality of the conversation, the deterioration of content and the inability to generate novel arguments on the basis of a group's interests. Taken as a whole, these jeopardise the efficacy of communications that a social network is trying to promote and, therefore, of its potential as an expanded debate platform.

Ensuring that universities avoid these negative effects is key, since they are institutions whose prestige is based on the credibility and reliability of the proposals they make to and in society. Generally speaking, social network users expect their university-based interlocutors to establish sincere, non-commercial relationships that offer the chance to interact and learn about a variety of initiatives over and above those available in the physical world.

In order to correct the tendency existing in universities to inversely appropriate grassroots dynamics, the mechanisms used in UniversiaG10 suggest two possible initiatives: (i) the generation of multiple conversational environments, which expand the possibilities of topic development and provide participants with a varied offering that matches their interests; and (ii) the action's continuity over time, which is key for consolidating an institution's online digital identity, making it recognisable and generating the required level of trust to elicit fruitful interventions from its audiences.

## Community-based dynamics

Higher education institutions are social networks (although they are not necessarily structured in the form of a grid) that bring together a series of actors with whom they share common interests in educational environments for the purpose of professional and research inclusion. For its part, the university community forms another network that, directly connected with the institutional web, has

---

13. Indeed, to quote from Wikipedia, "Astroturfing may be undertaken by an individual promoting a personal agenda, or highly organized professional groups with money from large corporations, unions, non-profits, or activist organizations." <http://en.wikipedia.org/wiki/Astroturfing> [Accessed: 10 October 2010].



its own agenda or action programme, which the actors forming part of it define. The relationship capacity of both networks is directly dependent on the capacity for both systems to share communication protocols. As both networks begin to roll out common protocols, the inside-outside dynamics will become more fluid. In this regard, the practices carried out on social networks may act as either facilitators (semi-open interfaces) or inhibitors of the development of such protocols. For its part, as noted earlier, the content of these online exchanges in the information society constitutes the social 'glue' that bonds socio-technical innovations applicable to the system.

In an environment thus defined, the articulation of filtering processes and communication protocols that relate institutions with their communities of reference (and, by extension, with other core social actors and networks) is key to the success of organisations and their managing agents (Castells, 2000, 2001 and 2009). The UniversiaG10 project pointed to two possible ways of improving that connection. Both are linked to the objectives of obtaining knowledge from group interaction and of generating innovations that support continuous improvement processes in the university environment.

The first way that became apparent – albeit indirectly – was that online institutional openness strategies can facilitate the generation of valid knowledge to bring innovation and improvement to the system, in this instance the Ibero-American university system. This is based on the role of the individual as an active user of the Web. In the UniversiaG10 project report, this figure is identified as the 'prosumer' (Álvarez et al., 2010: 15). The term, which derives from the fusion of the words *PROducer* and *conSUMER*, has a long history in the field of economic thinking.<sup>14</sup> With the rise of social networks, it has been imbued with a new meaning and is now also used to refer to a type of user who interacts with Web content. Carried over to the educational environment, this phenomenon has led to student-as-producer theories (Neary, 2008; McCulloch, 2009; Neary & Winn, 2009; Taylor & Wilding, 2009), which situate teachers and lecturers in the role of people who provide accompaniment and guidance throughout the teaching-learning process, and who develop their expertise in a specific subject, just like curators of cultural exhibitions (Graham & Cook, 2010). A university community consisting of actors capable of producing content and articulated in a network, together with the necessary interface platforms to channel that participation, is the structural prerequisite for managing knowledge in the system formed by higher education institutions on local (geographical and identity-related) and global (society as a whole) scales.

The second way refers to community dynamics, understood as the capacity to generate institutional innovations based on the articulation of individuals' and interest groups' open participation. This process, which is directly associated with the prosumer phenomenon, has been conceptualised in various manners depending on where the focal point of interest lies. For example, it could be defined as 'crowdsourcing' if the objective is to reduce an organisation's costs and speed up its processes. It could also be called 'Open Innovation OUT' if the aim is to improve creativity (Freire, 2007).

In any event, all social open-innovation models have three fundamental components: networks, collaboration and shared assets. That is the reason why, on the UniversiaG10 open platform, we

---

14. For example, it was already used in 1980 by Alvin Toffler in his bestseller *The Third Wave*. Though it can also be traced back to classical social thinking. In this regard, it suffices to recall Marx's *Grundrisse*.

aimed to develop a knowledge management model that took account of those three components while proposing three articulated processes in order to: (i) design a basis for *collaboration*, taking the Social Web as the environment; (ii) integrate the actors into a *network* of shared interests by means of a discursive thread that would serve as a common denominator; and (iii) associate the result of the exchanges with a *shared* cause like the 2<sup>nd</sup> Universia International Meeting of Rectors.

## Conclusions: towards e-governance in higher education

We have endeavoured to document a case in which institutions relate to their audiences through an intensive use of mediating technologies by their organisational bodies. The new forms of relationship inspired by this type of experience point to the intensive use of the potential of social media and of devices that facilitate ubiquity in order to expand capacities to generate exchanges and to create and share new knowledge. Likewise, they introduce certain innovations that are in keeping with the methodology and objectives of organisational e-governance.

In this regard, it is in the context of e-governance systems that, through the integration of digital technologies and their socio-technical derivatives, these innovations could be implemented in a way that is useful to such institutions. All of this opens up new lines of research that may be very significant for the inevitable transformation that is taking place in higher education and in its educational, organisational and management models. Such transformation is a result of the deep-seated impact of the consolidation of a new socio-technical context; a context characterised by the massive expansion of information and communication technologies.

## References

- ÁLVAREZ, J. F. (2001). "Filtros, membranas y redes: vínculos entre ética y economía". In: M<sup>a</sup>. I. Lafuente (coord.). *Los valores en la ciencia y la cultura: Actas del Congreso "Los valores en la ciencia y la cultura"*. León: Universidad de León, Servicio de Publicaciones. Pages 159-176.
- ÁLVAREZ, J. F. (2002). "El tejido de la racionalidad acotada y expresiva". In: M. B. Wrigley (ed.). *Dialogue, language, rationality*. Campinas. Brazil: Universidad de Campinas.
- ÁLVAREZ, J. F.; DOMÍNGUEZ, D. [et al.] (2010). *UniversiaG10: Gestión en la nube del II Encuentro de Rectores Universia*. Madrid. [Accessed: 10 December 2010].  
<<http://www.slideshare.net/universiag10/informe-universiag10-30062010>>
- ÁLVAREZ, J. F.; ÁLVAREZ, L.; DOMÍNGUEZ, D.; KICZKOWSKI, A. (2011). "Gobierno electrónico y gobernanza en el Sistema Universitario Español". Informe de investigación. Ministerio de Educación. Programa de Estudios y Análisis (EA-2010-0147). Gobierno de España.
- BENKLER, Y. (2006). *The Wealth of Networks, How Social Production Transforms Markets and Freedom*. New Haven: Yale University Press.
- CASTELLS, M. (2000). *La era de la información. Vol. I. La sociedad red*. Madrid: Alianza Editorial.

- CASTELLS, M. (2001). *La galaxia Internet. Reflexiones sobre Internet, empresa y sociedad*. Barcelona: Plaza & Janés.
- CASTELLS, M. (2009). *Communication Power*. New York: Oxford University Press.
- DI MAGGIO, P.; HARGITTAI, E.; NEUMAN, W. R.; ROBINSON, J. P. (2001). "The Internet's Effects on Society". *Annual Reviews of Sociology*. No 27, pages 307-336.
- DIANI, M. (2000). "Social Movement Networks Virtual and Real". *Information Communication & Society*. Vol. 3, No 3, pages 386-401.
- DOMÍNGUEZ, D. (2007). "Devenir histórico de mitos y usos tecnológicos en educación a distancia: de la lectoescritura al e-learning". *TEXTOS de la CiberSociedad*. [Accessed: 20 November 2010].  
<<http://cibersociedad.net/textos/articulo.php?art=136>>
- ECHEVERRÍA, J. (2009). "Cultura digital y memoria en red". *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*. No 737, pages 559-567.
- ESTALELLA, A. (2005a). "Anatomía de los blogs. La jerarquía de lo visible". *TELOS, Revista de Comunicación e Innovación*. No 65. [Accessed: 20 November 2010].  
<<http://sociedadinformacion.fundacion.telefonica.com/telos/articulocuaderno.asp?idarticulo=9&rev=65.htm>>
- ESTALELLA, A. (2005b). "Filtrado colaborativo: la dimensión sociotécnica de una comunidad virtual". *UOC Papers*. No 1. UOC. [Accessed: 30 November 2010].  
<<http://www.uoc.edu/uocpapers/1/dt/esp/estalella.pdf>>
- FREIRE, J. (2007). "Rutas para la innovación abierta: costes, aceleración y creatividad". *Nómada*. [Accessed: 30 November 2010].  
<[http://nomada.blogs.com/jfreire/2007/03/rutas\\_para\\_la\\_i.html](http://nomada.blogs.com/jfreire/2007/03/rutas_para_la_i.html)>
- FREIRE, J. (2010). "Cultura postdigital: pegamento, emergencia e innovación" [online paper]. In: *Primer Maratón del Pensamiento sobre Internet y Nuevas Tecnologías de Fundación Telefónica* (9 July: Madrid). [Accessed: 15 December 2010].  
<<http://mediateca.fundacion.telefonica.com/vod-publico3/show.asp?numero=000-thinkparty-326>>
- GRAHAM, B.; COOK, S. (2010). *Rethinking Curating. Art after New Media*. Cambridge (MA): MIT Press.
- JONES, S. G. (ed.) (1998). *Cybersociety 2.0: Revising Computer-Mediated Communication and Society*. Thousand Oaks: Sage.
- JURIS, J. S. (2006). "Movimientos sociales en red: movimientos sociales por una justifica global". In: M. Castells (ed.). *La sociedad red: una visión global*. Madrid: Alianza Editorial. Pages 415-439.
- KATZ, J. E.; RICE, R. E.; ASPDEN, P. (2001). "The Internet 1995-2000: Access, Civic Involvement, and Social Interaction". *American Behavioral Scientist*. Vol. 45, No 3, pages 405-419.
- LARA, T. (2010). "Miénteme, pero con arte". *Tiscar.com*. [Accessed: 10 January 2011].  
<<http://tiscar.com/2010/06/21/mienteme-pero-con-arte/>>
- MAYANS, J. (2001). "Género confuso: género Chat". *TEXTOS de la CiberSociedad*. No 1. [Accessed: 10 January 2011].  
<<http://www.cibersociedad.net/textos/articulo.php?art=22>>
- MAYANS, J. (2006). "Etnografía virtual, etnografía banal. La relevancia de lo intrascendente en

- la investigación y la comprensión de lo cibernético" [online paper]. In: *III Congreso Online del Observatorio para la Cibersociedad*. [Accessed: 10 January 2011].  
<<http://www.cibersociedad.net/congres2006/gts/comunicacio.php?id=772>>
- McCULLOCH, A. (2009). "The Student as Co-Producer: Learning from Public Administration about the Student-University Relationship". *Studies in Higher Education*. No 34, pages 171-183.
- MONGE, P.; CONTRACTOR, N. (2003). *Theories of Communication Networks*. Oxford: Oxford University Press.
- NEARY, M. (2008). "Student as producer – risk, responsibility and rich learning environments in higher education. Social purpose and creativity – integrating learning in the real world". In: J. Barlow, G. Louw, M. Price (eds). *Proceedings of Learning and Teaching Conference 2008*. Brighton: University of Brighton Press.
- NEARY, M.; WINN, J. (2009). "The student as producer: reinventing the student experience in higher education". *The future of higher education: policy, pedagogy and the student experience*. London: Continuum.
- NORRIS, P. (2001). *Digital Divide: Civic Engagement, Information Poverty, and the Internet Worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- OECD (2001). *E-government: Analysis Framework and Methodology*. OECD Public Management Service, Public Management Committee. [Accessed: 20 November 2010].  
<[http://www.oalis.org/olis/2001/doc.nsf/LinkTo/PUMA\(2001\)16-ANN-REV1](http://www.oalis.org/olis/2001/doc.nsf/LinkTo/PUMA(2001)16-ANN-REV1)>
- PANDO, F. (2010). "Guerra de césped: natural o artificial". *Yorokobu*. [Accessed: 15 January 2011].  
<<http://www.yorokobu.es/2010/05/04/guerra-de-cesped-natural-o-artificial/>>
- RHEINGOLD, H. (1993). *The Virtual Community. Homesteading on the Electronic Frontier*. New York: Harper Perennial.
- RHEINGOLD, H. (2002). *Smart Mobs: The Next Social Revolution*. Cambridge, MA: Basic Books.
- SÁEZ, F. (2004). *Más allá de Internet: la Red Universal Digital*. Madrid: Ramón Areces.
- SIEMENS, G. (2010). xWeb. *Connectivism. Networked and Social Learning*. [Accessed: 15 January 2011].  
<<http://www.connectivism.ca/?p=264>>
- TAYLOR, P.; WILDING, D. (2009). *Rethinking the values of higher education – the student as collaborator and producer? Undergraduate research as a case study*. Southgate (UK): The Quality Assurance Agency for Higher Education. [Accessed: 15 January 2011].  
<<http://www.qaa.ac.uk/students/studentEngagement/Rethinking.pdf>>
- THALER, R.; SUNSTEIN, C.; BALZ, J. (2010). "Choice Architecture". *Social Science Research Network*. [Accessed: 15 January 2011].  
<<http://ssrn.com/abstract=1583509>>
- THALER, R. H.; SUNSTEIN, C. R. (2008). *Nudge: Improving Decisions about Health, Wealth, and Happiness*. New Haven, CT: Yale University Press.
- TURKLE, S. (1995). *Life on the Screen. Identity in the Age of the Internet*. New York: Simon and Schuster.
- UCEDA, J.; BARRO, S. (2009). *Las TIC en el sistema universitario español. UNIVERSITIC 2009*. Madrid: CRUE. [Accessed: 15 January 2011].  
<[http://www.crue.org/export/sites/Crue/Publicaciones/Documentos/Universitic/UNIVERSITIC\\_2009.pdf](http://www.crue.org/export/sites/Crue/Publicaciones/Documentos/Universitic/UNIVERSITIC_2009.pdf)>

## About the Authors

*Daniel Domínguez Figaredo*

[ddominguez1@gmail.com](mailto:ddominguez1@gmail.com)

Lecturer and Researcher, Faculty of Education, UNED

President of the CyberSociety Observatory since 2011. Director of UNED (National University of Distance Education, Spain) web services from 2007 to 2010. His lines of research focus on technological mediation and educational theories on learning in cybersocial environments. His latest contributions are about online open and social learning, distributed knowledge management, educational open content and virtual-world heuristics from a lifelong learning perspective. He has coordinated numerous research projects funded by the European Union and the Spanish Ministry of Education and Science.

*José Francisco Álvarez Álvarez*

[jalvarez@fsof.uned.es](mailto:jalvarez@fsof.uned.es)

Catedrático de Lógica y Filosofía de la Ciencia en la UNED

Professor of Logic and Philosophy of Science, UNED

Former vice-rector for Research and International Relations at UNED (National University of Distance Education, Spain). Coordinator of the METIS research group. Member of the editorial board of *Universia-España*. Author of "La innovación en la periferia" (2008). *Madridmasd*; and "Cybercitizens, Culture and Public Goods" (2009). *Arbor*. Among other articles, with Javier Echeverría he has co-authored "Bounded Rationality in the Social Sciences" (2008) and "Languages in Knowledge Societies" (2009).



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.

## ARTICLE

# Wikis in Teaching: An Experiment with WikiHaskell and StatMediaWiki

**Manuel Palomo Duarte**

manuel.palomo@uca.es

**Inmaculada Medina Bulo**

inmaculada.medina@uca.es

**Emilio José Rodríguez Posada**

emiliojose.rodriguez@uca.es

**Francisco Palomo Lozano**

francisco.palomo@uca.es

Department of Computer Languages and Systems, University of Cadiz

Submitted in: November 2010

Accepted in: July 2011

Published in: January 2012

## Recommended citation

PALOMO, Manuel; MEDINA, Inmaculada; RODRÍGUEZ, Emilio José; PALOMO, Francisco (2012). "Wikis in Teaching: An Experiment with WikiHaskell and StatMediaWiki" [online article]. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 258-277 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-palomo-medina-rodriguez-palomo/v9n1-palomo-medina-rodriguez-palomo-eng>>

ISSN 1698-580X

## Abstract

This article presents WikiHaskell, a project based on wiki technologies developed on the Computer Engineering degree course at the University of Cadiz. WikiHaskell is a wiki for which students, organised into groups of three, create complementary materials on Haskell programming language libraries. The main objective of this project is to introduce open knowledge creation into the classroom, thus turning the students into the true protagonists of the course subject. To assess the wiki and, therefore, the work done by the students, StatMediaWiki was developed. This is a statistical analysis system for MediaWiki wikis that allows such assessments to be performed both easily and

transparently. StatMediaWiki generates an overall report of the wiki and individual analyses of the work done by user, by page and by category. In the experiment described, StatMediaWiki's analysis of the time distribution of the students' contributions allowed a range of user profiles to be identified. Likewise, by-category analysis allowed certain situations within a group to be detected, such as the identification of the lead students or the less active ones. Both the wiki content and the StatMediaWiki code are open source and publicly accessible.

### Keywords

computer-assisted collaborative learning, wikis, e-learning assessment, open-source software

## *Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki*

### *Resumen*

*En este artículo se presenta WikiHaskell, un proyecto basado en tecnologías wiki que se ha desarrollado en la titulación de Ingeniero en Informática de la Universidad de Cádiz. WikiHaskell es un wiki en el que los alumnos, organizados en grupos de tres, crean material complementario sobre bibliotecas del lenguaje de programación Haskell. El principal objetivo de este proyecto es incorporar al aula la creación de conocimiento libre, de manera que se consiga que los alumnos se conviertan en los verdaderos protagonistas de la asignatura. Para evaluar el wiki y, por tanto, el trabajo realizado por el alumnado se ha desarrollado StatMediaWiki, un sistema de análisis estadístico para wikis MediaWiki que permite hacerlo de manera sencilla y transparente. StatMediaWiki genera un informe general del wiki y análisis individuales del trabajo desarrollado por cada usuario, por cada página y por cada categoría. Gracias al análisis de contribuciones de esta herramienta se han podido identificar varios perfiles de usuario según su distribución temporal en el curso. Del mismo modo, el análisis por categorías facilita la detección de determinadas situaciones dentro de un grupo, como por ejemplo, la ubicación de los alumnos líderes o la de los menos activos. Tanto el contenido del wiki como el código de StatMediaWiki son libres y accesibles públicamente.*

### *Palabras clave*

*aprendizaje colaborativo asistido por computador, wikis, medición en aprendizaje electrónico, software libre*

## 1. Introduction

Just a few years ago, there was a clear, insurmountable divide between information creators and information consumers. However, Web 2.0 technologies have revolutionised that scheme of things. Among them is the MediaWiki technology (Wikimedia Foundation, 2010), which allows knowledge to be created collaboratively and more simply than ever before: just by pressing a key, it is possible to go from being a straightforward consumer of information to an author of content with a vast potential audience. An excellent example of this is Wikipedia, a project developed by volunteers that has recently led to Microsoft abandoning the commercialisation of its pay-to-use encyclopaedia *Encarta* (20 Minutos, 2010).

On the Computer Engineering degree courses at the University of Cadiz (UCA), several education projects using wiki technologies are being developed (Palomo et al., 2009). Other similar initiatives also exist, such as the one described by Chao et al. (2007), though their level of automation is still somewhat limited (Dodero et al., 2009). This article focuses on WikiHaskell, a wiki developed by the students taking Functional Programming, an optional subject in the fourth/fifth year of the Computer Engineering degree course at the UCA. This project is publicly accessible under an open-source licence (OSLUCA, 2010b) and is supported by the UCA's Open-Source Software and Open Knowledge Office (the Spanish acronym of which is OSLUCA) (OSLUCA, 2010a).

In the context of this project, the students documented Haskell programming language libraries as class work. To assess the wiki and, therefore, the work done by the students, StatMediaWiki was developed. This is statistical analysis software for wikis that is available under an open-source licence (Rodríguez et al., 2010). Version 1.05 of this program offers an overall analysis of the wiki and individual analyses of the work done by user, by page and by category.

The rest of this article is structured as follows: the second section expounds the objectives of the experiment carried out. The third section presents StatMediaWiki, the statistical analysis system developed to assess MediaWiki wikis. The fourth section gives a detailed account of the experiment carried out with WikiHaskell. The final section gives the conclusions drawn from our experiment and lists the reference works used.

## 2. Objectives

The main objective of this project was to introduce open knowledge creation into the classroom, so that the students could become active participants in the course subject, both inside and outside class (Ebner et al., 2008). To that end, and in randomly selected groups of three, the students created materials that complemented those provided in class for Functional Programming, an optional subject in the fourth/fifth year of the Computer Engineering degree course at the UCA.

This subject introduces functional programming, a paradigm that is new to students, who will have previously studied imperative and object-oriented programming. It involves learning about a new way of approaching and solving problems, which generates general, elegant and easy-to-verify solutions. We believe that the activities contained in the project presented in this article facilitated the acquisition of that new way of approaching and solving problems.

In our experience, this approach fosters the acquisition of certain competencies, such as written expression, self-directed learning, group work and critical analysis, while boosting motivation, which is something that other authors have also found (Wheeler et al., 2008; Cole, 2009). Students get a better understanding of the difficulties involved in writing high-quality technical documentation and lecturers have a valuable tool at their disposal to observe the students' progress and, in particular, to ascertain which course subjects the students find hardest and where any uncertainties or gaps occur in the concepts and techniques that they should be able to master.

Among the competencies developed in this project are:



- **Adaptation to change.** The use of the latest generation technology.
- **Learning.** The students' use of new tools and the assessment of such use.
- **Innovation.** Publication of the knowledge generated. This means that the students' work is not just a class practical. Instead, it is something that can be reviewed and used by their fellow students.
- **Teamwork.** To do their work, the students must reach agreement on what to include in the wiki. In addition, they know that this work may be reviewed by their peers (their fellow students).

Furthermore, we believe that this experiment has several interesting features and certain aspects that have a very positive effect on the dissemination of the actions developed:

- **Knowledge construction.** With wiki technologies, notes in Spanish are created on libraries available in Haskell, thus filling a gap in Spanish-language open resources in this area. In fact, one of the main objectives is that these notes should serve as a complement to the Spanish-language wiki now available on Haskell, which hardly has any content connected with the handling of the many existing libraries that can be used with that programming language.
- **Visibility.** Systems that can be accessed via the Internet are used. This allows the knowledge generated to extend beyond the classroom environment, since it is available anytime to the whole community interested in it (mainly computer engineers in our case).
- **Student collaboration.** After a short period of learning how to use the tools, these technologies allow the students to collaborate in an asynchronous, distributed manner. Every student can work wherever and whenever they want (something that students value highly).

In addition, when working with open-source technologies, it is easy to keep up with the latest advances and results of the project by using specific tools specially designed for that purpose. For this experiment, MediaWiki open-source wiki software and the StatMediaWiki analysis system were used.

### 3. Analysing wikis with StatMediaWiki

MediaWiki open-source technology is the one currently used by the majority of open-source wikis. It is based on PHP and allows connections to be made with MySQL and PostgreSQL databases. Among the wikis that use MediaWiki are Wikipedia and its sister products (such as Wiktionary, Wikibooks, Wikisource, etc.), for which it was originally designed. This technology was created by Lee Daniel Crocker (Bo & Ward, 2001) and is currently maintained by Wikimedia Foundation employees and some volunteers. Given the dissemination of this project, the interface is totally or partially translated into more than 200 languages (Various authors, 2010a). In addition, as the use of the software becomes more widespread, there are more and more extensions that add new functions to the system, such as Semantic Web features, user access management, etc. (Various authors, 2010b).

Moreover, the open philosophy and the community that develop around the use of this technology have given rise to many studies and to the development of new tools. For example, in his doctoral thesis *Wikipedia: A quantitative analysis* (Ortega, 2009), Felipe Ortega presents an analysis of the 10 biggest versions of Wikipedia. Tools that revert vandalism on MediaWiki also exist (Potthast et al., 2010), such as AVBOT (Rodríguez, 2010), an anti-vandalism system for the Spanish version of Wikipedia that won the “Best Community Project” award at the 3rd Open-Source Software University Competition held in Spain (Various authors, 2010c).

To facilitate the monitoring and assessment of the students’ work on WikiHaskell, a statistical analysis tool was developed for MediaWiki-based wikis: StatMediaWiki. This system is available for download free of charge under an open-source licence (Rodríguez et al., 2010). Similar to applications like StatSVN and CVSanaly (Robles et al., 2004), though adapted to wikis, it allows user activity and generated content progress to be monitored. Likewise, it facilitates the design of metrics to ascertain who contributes to the wiki and to what extent. The use of wikis for assessment and the design of such wikis have been dealt with in recent works (Judd et al., 2010; Wang, 2009), although the approaches taken by De Pedro (2007) and Trentin (2008) are also worthy of note.

The analysis generated by StatMediaWiki 1.05 first of all shows an overall summary of the number of pages, total edits and the number of users and uploaded files. Then it provides detailed information about the wiki’s evolution over time, with charts showing the number of bytes added (Fig. 1) and the general activity by time of day and day of the week.

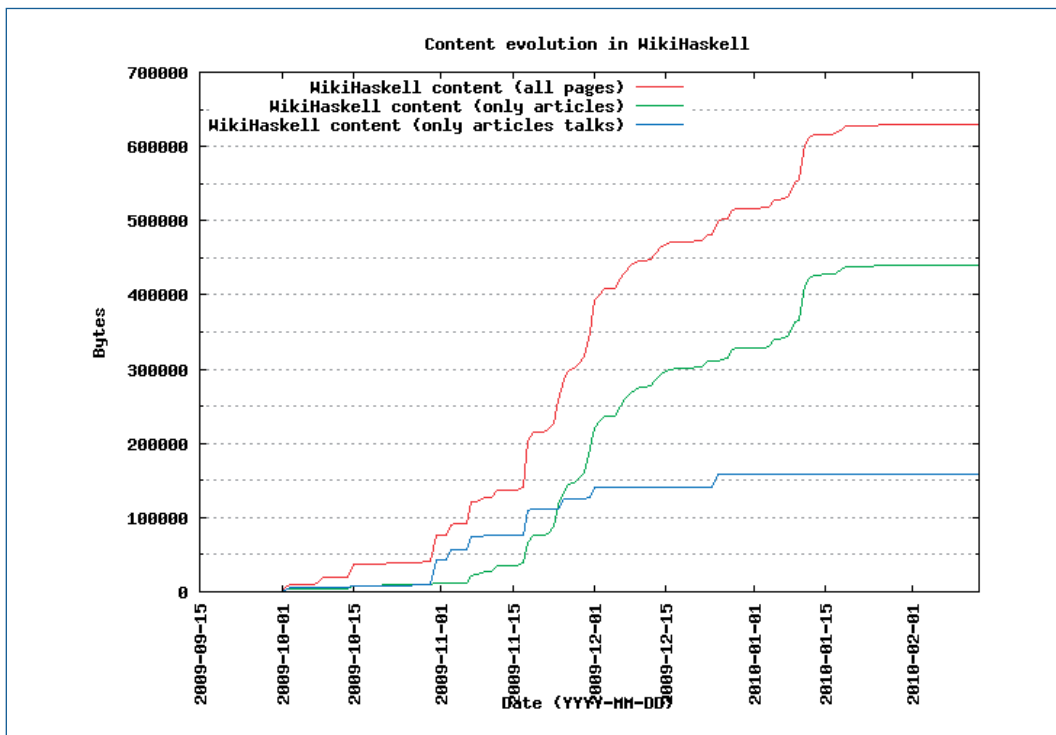


Chart 1. Evolution of WikiHaskell size.

After that, several tables provide a list of users that have worked on the wiki, ordered by changes made, by number of bytes added and by number of files uploaded. A ranking of the most heavily edited pages shows the content that has undergone the most changes and revisions (Table 1). It also shows the number of keywords that have been used most during wiki editing sessions (tag clouds).

In addition, the analysis that the tool provides offers not only an overall view, but also a by-user report where information is broken down by user progress over time, by content added, by the times and days of the week when most work was done, by pages to which changes have been made and by images added to the wiki (in the form of a gallery).

Finally, regarding by-page analysis, a by-page report is shown, similar to the by-user report, where information is broken down by page progress over time, by content added, by the times and days of the week when most work was done, by users that have made the most changes and, finally, the tag cloud. The information shown by pages grouped by category is identical to the latter, though with a ranking of pages belonging to it.

No	User	Total edits	Edits in articles	Bytes added	Bytes added to articles	Files
1	Student 1	175 (11.78%)	87 (7.75%)	209,882 (30.31%)	26,017 (5.51%)	0
2	Student 2	129 (8.68%)	54 (4.81%)	12,668 (1.83%)	8,390 (1.78%)	0
3	Student 3	75 (5.05%)	49 (4.37%)	39,309 (5.68%)	32,997 (6.99%)	1
4	Student 4	63 (4.24%)	54 (4.81%)	28,478 (4.11%)	27,219 (5.76%)	2
5	Student 5	62 (4.17%)	61 (5.44%)	15,185 (2.19%)	14,851 (3.14%)	0
6	Student 6	54 (3.63%)	27 (2.41%)	31,382 (4.53%)	26,789 (5.67%)	0
7	Student 7	51 (3.43%)	41 (3.65%)	19,058 (2.75%)	18,683 (3.96%)	9
8	Student 8	50 (3.36%)	49 (4.37%)	23,145 (3.34%)	23,109 (4.89%)	0
9	Student 9	49 (3.30%)	47 (4.19%)	5,614 (0.81%)	5,525 (1.17%)	0
10	Student 10	38 (2.56%)	37 (3.30%)	11,854 (1.71%)	11,292 (2.39%)	0
	Subtotal	746 (50.20%)	506 (45.10%)	396,575 (57.27%)	194,872 (41.27%)	12

Table 1. WikiHaskell user ranking.

StatMediaWiki was used for the WikiHaskell analysis, as a support for the students' assessments. Fairly good results were obtained and these are detailed in the next section. Given the good results obtained from the application of StatMediaWiki to WikiHaskell, we also believe that it would be interesting to extend its use to other fields, such as the analysis of public wikis or the assessment of competencies (Dodero et al., 2009).

## 4. WikiHaskell

The WikiHaskell project was developed as part of the university education innovation project for teaching and research staff called "Using Web 2.0 Collaborative Technologies to Foster Student Teamwork" at the UCA (Universidad de Cádiz, 2009).

### 4.1. Method and development

While the course subject was being taken, the students were subject to continuous assessment in relation to doing and successfully completing the following compulsory tasks and activities:

1. Individual written tests (face-to-face). These accounted for 30% of the final assessment grade.
2. Exercise solving: development of functions (programming exercises, on computers and on paper). These accounted for 25% of the final assessment grade.
3. Doing assignments: developing materials that complement those provided in class on WikiHaskell, and producing critiques and summaries of articles and lectures. Together, these accounted for 35% of the final assessment grade (25% for the development of complementary materials on WikiHaskell).
4. Generating frequently asked questions (FAQs). These FAQs were also for WikiHaskell and accounted for 10% of the final assessment grade.

In order to develop WikiHaskell, the students were divided into randomly selected groups of three to simulate, within our constraints, what would normally happen in real-life work situations: it is necessary to work in groups formed by people with whom an individual cannot normally choose to work.

From the libraries available in Haskell, each group selected one to use for the generation of complementary materials. While taking the course subject, the students generated documentation for the GHC6-Network, the Gtk2Hs chart library, the astar library, HOMMAGE, the IO library, the libSDL library, the gnuplot package, the Cabal packaging library, Haskell unit testing, the HPDF library, the JDBC library, the C Math library and RSA-Haskell.

In addition, each group had to give regular presentations in class to inform the groups about the current status of their work on WikiHaskell, as well as their latest advances and the problems encountered. This allowed each group to find out about the students' opinions on the work techniques used and about their progress on the project. For a positive assessment, it was essential for the members of each group to take turns, thus allowing a different member to give a periodical update.

The following were also essential requirements:

- Systematic attendance at WikiHaskell sessions.
- Individual and group work. Each student had to make individual and group contributions to WikiHaskell, in relation to both the FAQs and the complementary materials.

- Continuous and planned monitoring. Contributions made continuously to WikiHaskell were assessed positively. The aim of this was to encourage students to work continuously and not to leave everything to the last minute.
- Peer review. The students were asked to monitor and review the work done by their fellow students.
- Doing and delivering activities within the deadlines.

Regarding the assessment criteria, account was taken of the following:

- Suitability to the principles of the functional programming paradigm.
- Suitability to standards and specifications.
- Efficiency in the execution of the programs made.
- Organisation, clarity, elegance and accuracy of the solutions presented.
- Participation and engagement.
- Spelling and grammatical accuracy..

## 4.2. Analysis of WikiHaskell data

In the research carried out, the following analysis was performed on WikiHaskell data:

- User activity: who contributed to the wiki and to what extent, by the changes they made, by the bytes they added and by the number of files they uploaded over time.
- Progress on wiki content: the most heavily edited pages, showing what content underwent the most changes and revisions, the total number of pages generated, edits and uploaded files and images.
- General activity on the wiki by time of day and day of the week.
- The keywords that were used most during wiki editing sessions (tag clouds).

The whole analysis was performed using StatMediaWiki, which automatically provided the results presented in the next section. The data used were those obtained from October 2009 to February 2010, which was the period when the Functional Programming subject was imparted.

StatMediaWiki was used while the subject was being taken, and not just to obtain the final results at the end of the course. These data are presented further below. This allowed the progress of the wiki and of the students to be monitored in some detail, and corrective actions to be taken to ensure that both the course subject and the experiment ran smoothly.

## 4.3 Results

This project was developed in the first semester of the 2009/2010 academic year. The results were very positive. Despite the significant number of students (46 to be precise, of whom 40 became involved in the project), all of them performed at a fairly high level, especially in relation to their work on WikiHaskell. In fact, of the initial 46 students, the 40 who became involved in the project passed (four did not attend and two failed).

By applying StatMediaWiki, the charts obtained show a total of 1,486 changes (a total of 695,745 bytes), 1,122 of which were made on 44 pages (the rest were mainly on Haskell library discussion pages). The percentages indicate that each student made a mean of just over 32 contributions to the wiki (a total of 15,124 bytes per student). It is interesting to note that the 10 most active students (just over 20% of the total students in the class) together made around 50% of the total contributions to the wiki, which shows that, in general terms, participation was fairly well distributed (StatMediaWiki, 2009).

In addition, the charts generated by StatMediaWiki allowed five student profiles to be identified:

- *Continuous* profile: we consider this to be the optimum profile. The student makes continuous contributions throughout the course of the work. Only three students matched this profile (the student in Chart 2 for example).
- *Stepped* profile: this profile is also good. The student makes continuous contributions, albeit intermittently. Sixteen students matched this profile (the student in Chart 3 for example).
- *Early peak* profile: this is the abandonment profile. Students made contributions at the beginning but then abandoned the work and gave up the subject. Only four students matched this profile (the student in Chart 4 for example).
- *Middle peak* profile: similar to the stepped profile in terms of numbers. Seventeen students – the highest number – matched this profile. In this case, most of the work is done halfway through (the student in Chart 5 for example).
- *Late peak* profile: this is the profile of the student who leaves everything to the last minute. Only six students matched this profile.

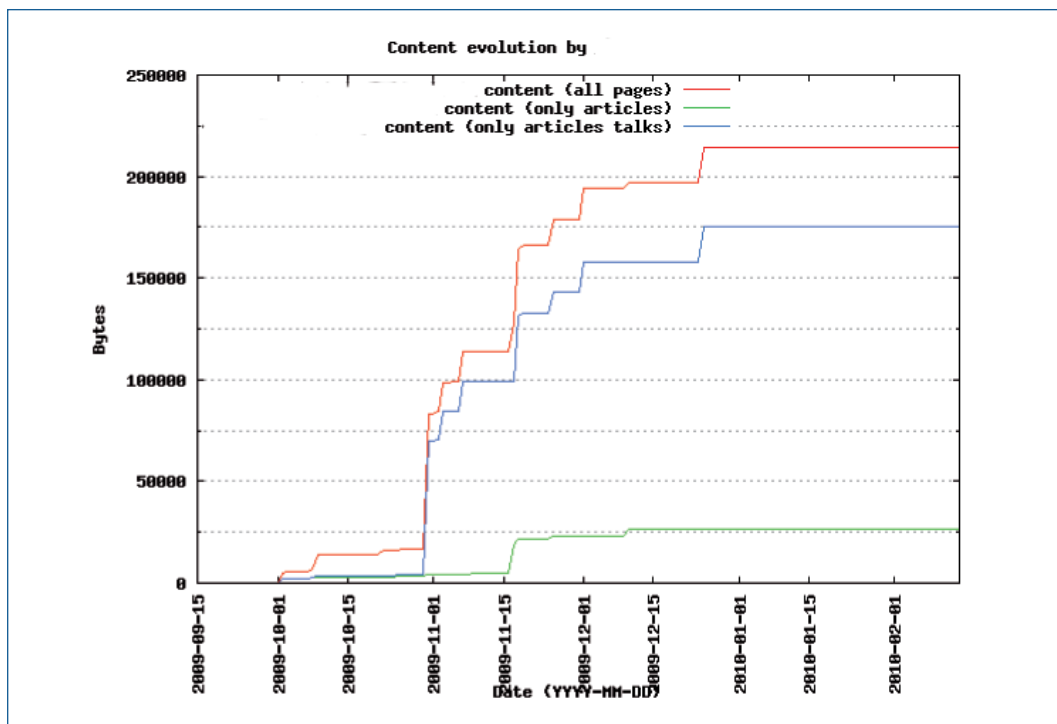


Chart 2. Example of a continuous profile.

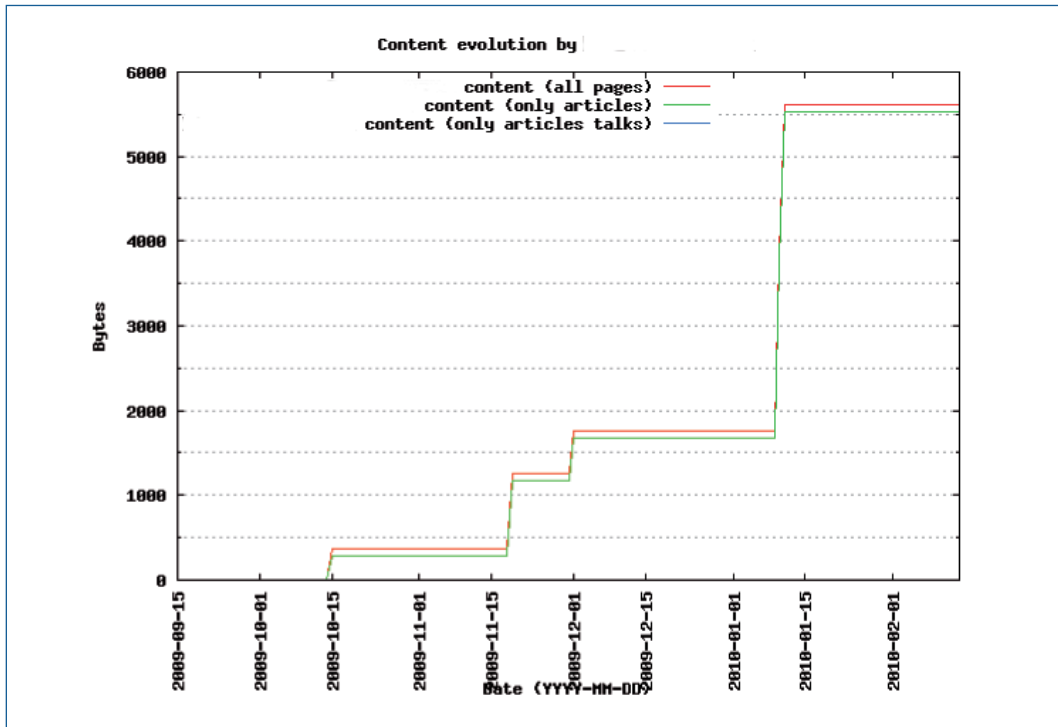


Chart 3. Example of a stepped profile.

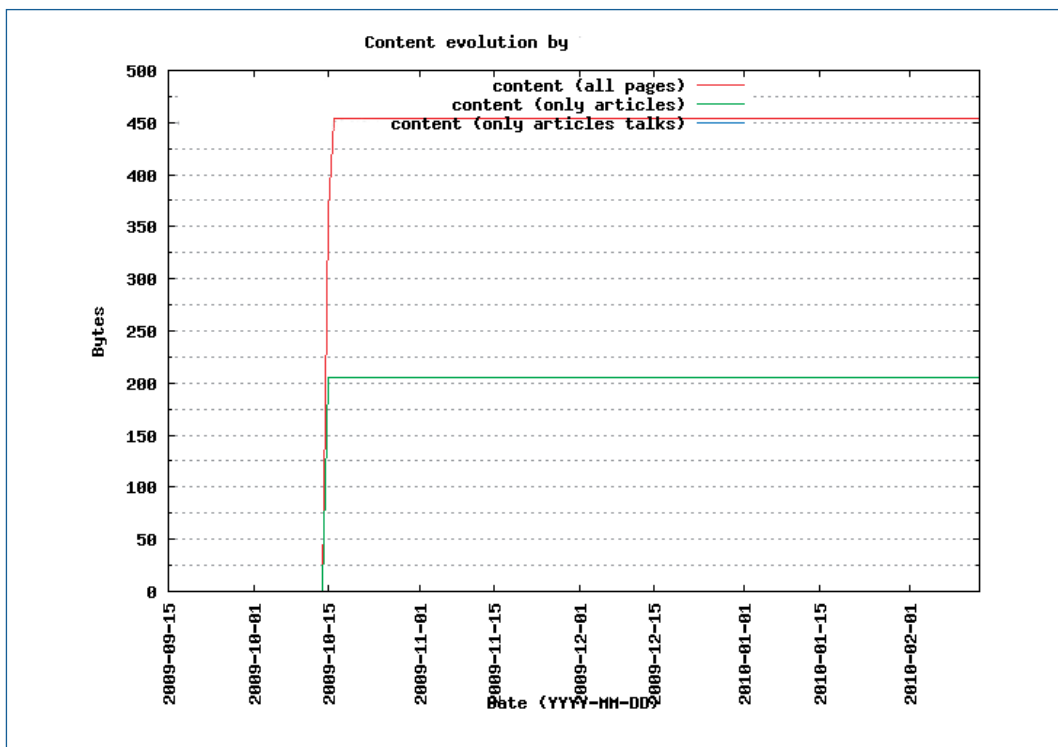


Chart 4. Example of an early peak profile.

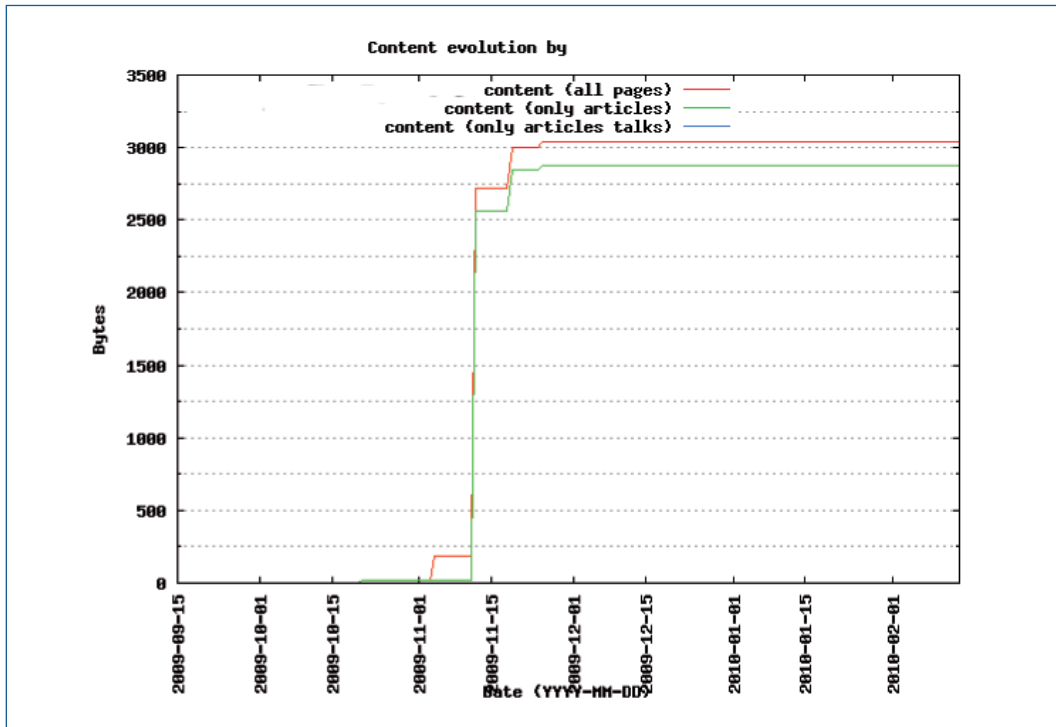


Chart 5. Example of a middle peak profile.

In addition, data were obtained for the times and days of the week when most work was done. Generally speaking, the students worked most midweek, with hardly any contributions at weekends. The times when students worked varied considerably, though they usually worked in the morning (obviously, because their face-to-face lectures were in the afternoon).

Given that this activity was assessed in class and that it counted towards the final grade, the wiki only allowed students taking this course subject to make changes. However, the content was publicly accessible in Medina.

An anonymous survey of the students was carried out on completion of the course subject. Twenty-four students responded and the following results were obtained (Table 2). The scale used was from 0 (Low) to 5 (High):

Question	Mean
Opinion on the use of the publicly accessible open-source wiki in teaching	4.5
Method and development of work on the wiki (groups of three students, organisation and revisions, etc.)	3.83
Difficulty using the wiki	2.54
Weight of work on the wiki in the final grade for the course subject	3.67
Overall assessment of the course subject	4.13

Table 2. End-of-course survey.



As shown, the students' satisfaction with the use of the publicly accessible open-source wiki in teaching was very high (4.5 on a scale from 0 to 5). In fact, they remained motivated and engaged in the project throughout the course of the experiment. In terms of the method and development of work on the wiki, the students were also satisfied, though at times they felt the additional workload was excessive. Using the wiki did not present any difficulties for most of the students, though a small group of them did have problems to begin with due to a lack of familiarity with this technology. Regarding the weight of work on the wiki in the final grade for the course subject, most of the students agreed with it. Finally, the overall assessment of the course subject was very positive (4.13 on a scale from 0 to 5).

In addition, in the satisfaction survey carried out by the UCA's quality unit, the course subject obtained a score of 4.2 on a scale from 0 to 5, positioning it above the mean obtained for the department's course subjects, for the degree course and for the university.

#### 4.4. By-category analysis

Since the experiment, StatMediaWiki has been extended to include by-category analysis, a feature that users of version 1.05 desired (Rodríguez et al., 2010). Analysis by page groups is therefore facilitated. Such pages groups will form part of the student group's projects next year.

In MediaWiki, a category is a group of related articles on the same topic. An article can form part of as many categories as is considered appropriate. For example, an entry in Wikipedia on "primary education" can be included in the *child education* and *Spanish education system* categories. Likewise, a category can form part of other categories, thus becoming one of their subcategories. Continuing with the same example, *Spanish education system* can become a subcategory of *European education systems*.

By-category reports allow the work done by a user group on a set of the wiki's pages to be followed in accordance with the interrelated nature of the information. In particular, these reports begin with various statistics on the category: number of pages, number of edits, number of users taking part in them, number of bytes, etc. Then the same content and activity evolution charts as those in a normal page report are included, but this time aggregating information from all of the category's pages. Finally, lists appear for the most active users and for the most visited pages, as well as the tag cloud.

In WikiHaskell, each student group had to work on a specific topic of functional programming. Consequently, they were able to divide their work into different pages of the wiki, all of which belonged to the same category. Their work can therefore be analysed more easily by using StatMediaWiki by-category charts. Specifically, five of the 14 groups divided their work into more than one page.

Among other things, the use of StatMediaWiki's by-category analysis helps to identify the leaders of each group. For example, this is shown clearly in the content evolution charts for the various students of the *libSDL* category (Chart 6). Chart 7 shows the evolution of content generated by its leader. When compared with the other two members of the group (Charts 8 and 9), it is possible to see that the leader started working before the other two. On the vertical axis of the charts (or on the classification of users in the category), what is noticeable is that the total amount of bytes of the leader's contributions is greater than the other contributors'.

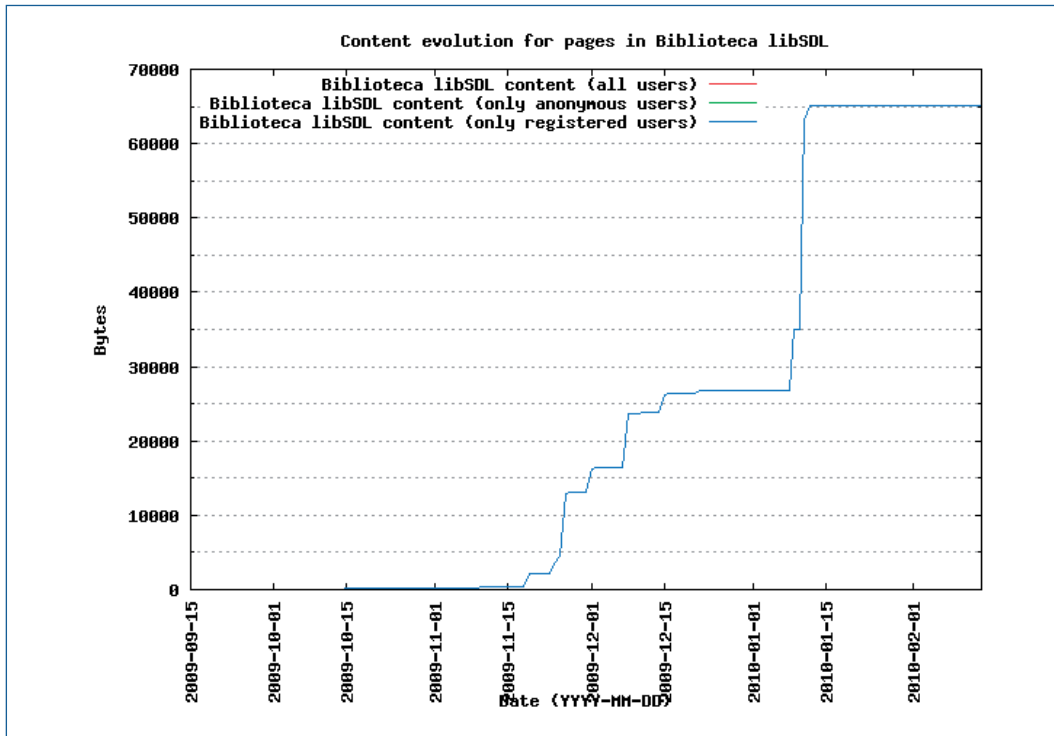


Chart 6. Content evolution of the libSDL category.

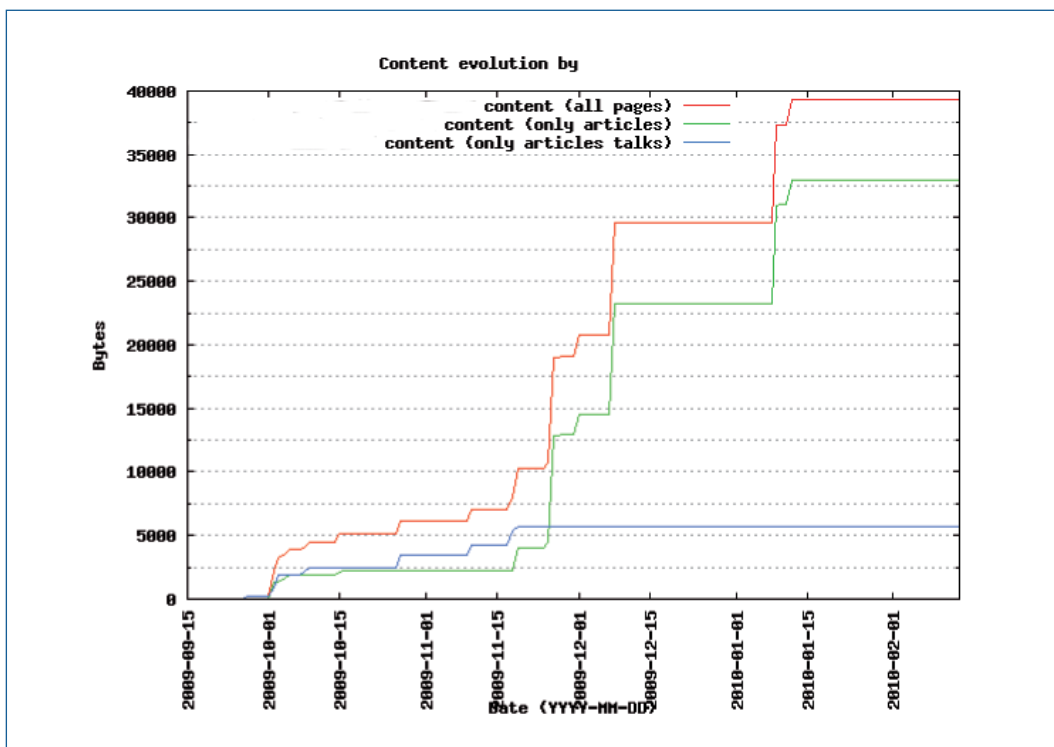


Chart 7. Evolution of content generated by the leader.

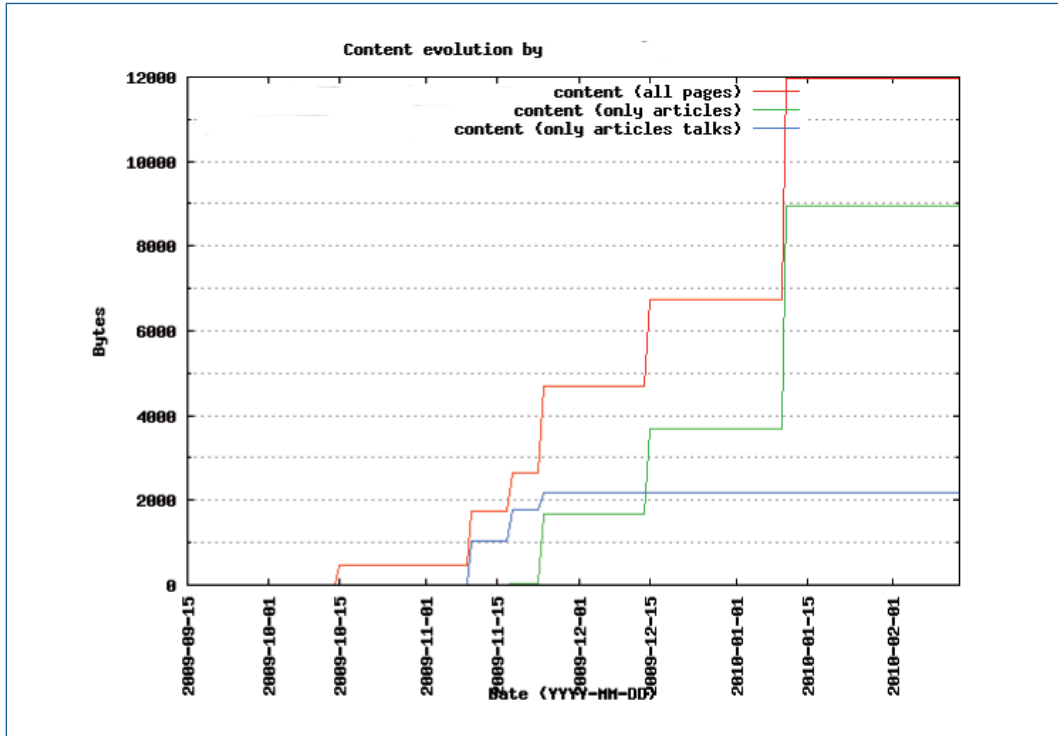


Chart 8. Evolution of content generated by user 1.

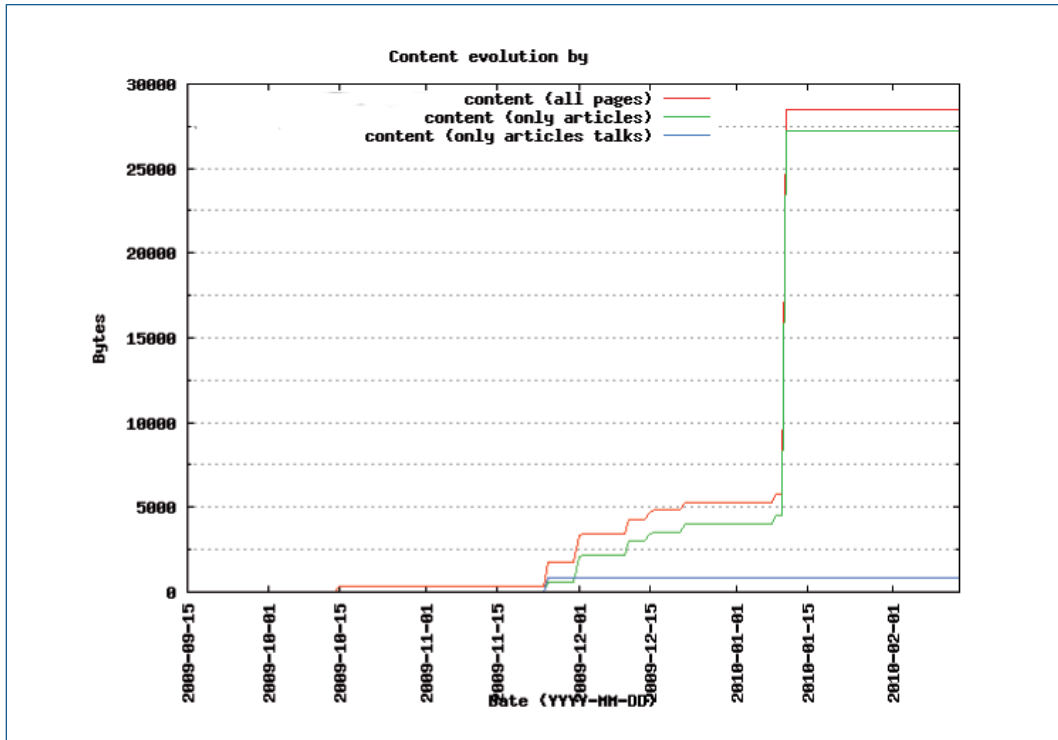


Chart 9. Evolution of content generated by user 2.

Given that MediaWiki software does not store the pages that have belonged to a category over time, the report is generated with the pages currently belonging to each category. This may lead one to think that a student could falsify the data for a group's effort by adding pages to its category. However, while it is true that the size of a category's content significantly increases if an average-sized page is added to that category, it is also true that the authors' contributions to the bigger category proportionately decrease as a percentage. That said, it should be pointed out that such a situation did not occur during this experiment.

## 5. Conclusions and future work

This article has presented WikiHaskell, a project based on wiki technologies and developed in the Functional programming subject on the Computer Engineering degree course at the UCA. Although the experiment focused on computer engineering, we believe that the initiative could be adapted to other branches of knowledge, as discussed at the 2009 Open Knowledge and Web 2.0 Conference organised by OSLUCA at the Cadiz Engineering School (OSLUCA, 2009).

Our experiment showed that these technologies help to identify problems in the students' learning, in group work, etc. Thanks to the use of an automatic tool like StatMediaWiki, many repetitive tasks are avoided while light is thrown on the work done by the students, thus allowing them to be assessed both easily and transparently. By using it, we were able to identify several student profiles related to the work they did while taking the course subject. By cross-matching this information with data on their academic performance, in upcoming academic years we will be able to identify which students are prone to giving up the course subject, thus allowing us to focus our efforts on them. Similarly, other interesting data are obtained, such as the times and days of the week that students work most, the distribution of work by student or by page (individual or aggregated by category), etc.

In general, students are very happy to participate in initiatives of this type, where they are the protagonists (Álvarez et al., 2009; Recio-Quijano et al., 2010). By using straightforward, convenient technologies and establishing a work system that is flexible yet forces students to be accountable, we believe that their engagement, satisfaction and academic performance can be very high.

On the Computer Engineering degree courses at the UCA, several education projects using wiki technologies are being developed (Palomo et al., 2010). The use of wikis for assessment and the design of such wikis have been dealt with in earlier works (De Pedro, 2007; Trentin, 2008). However, while other similar initiatives exist (Judd et al., 2010; Wang, 2009), and not just in technical teaching (Chao et al., 2007; Various authors, 2009a; Various authors, 2009b), their level of automation is still somewhat limited (Dodero et al., 2009). The Wikimedia Foundation itself is developing (2010/2011) a programme to get university students in the United States to improve Wikipedia articles in English as part of the curriculum, though it is still too early to draw any conclusions from the preliminary results (Various authors, 2011).

Finally, we would underscore the importance of this type of initiative in terms of making high-quality documentation in Spanish freely available to the Spanish-speaking WikiHaskell community.

## Acknowledgments

This work was funded by the university education innovation project for teaching and research staff called "Using Web 2.0 Collaborative Technologies to Foster Student Teamwork" (PIE-101, 2009 call) at the UCA.

## References

- 20 Minutos (2010). "La Encarta sucumbe ante la Wikipedia" [online]. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://www.20minutos.es/noticia/460388/0/wikipedia/encarta/enciclopedia>>
- ÁLVAREZ, Alejandro; PALOMO, Manuel; RODRÍGUEZ, Rafael (2009). "Experiencias en la aplicación de técnicas y herramientas de desarrollo colaborativo de software en una asignatura basada en proyectos". *Actas del XVII Congreso de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas*, pages 1-11.
- BO, Leuf; WARD, Cunningham (2001). *The Wiki Way: Quick Collaboration on the Web*. Addison-Wesley Professional. 1st edition.
- CHAO, Joseph T.; PARKER, Kevin R. (2007). "Wiki as a teaching tool". *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*. Vol. 3, pages 57-72.
- COLE, Melissa (2009). "Using wiki technology to support student engagement: Lessons from the trenches". *Journal of Computers & Education*. Vol. 52, pages 141-146.
- DE PEDRO, Xavier (2007). "New method using Wikis and forums to evaluate individual contributions in cooperative work while promoting experiential learning: Results from preliminary experience". *Proceedings of the International Symposium on Wikis*. ACM. Pages 87-92.
- DODERO, Juan Manuel; RODRÍGUEZ, Gregorio; IBARRA, María Soledad (2009). "Análisis de las contribuciones a un wiki para la evaluación web de competencias". *Actas de la Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías de Aprendizaje*. Pages 268-277.
- EBNER, Martin; KICKMEIER-RUST, Michael; HOLZINGER, Andreas (2008). "Utilizing wiki-systems in higher education classes: A chance for universal access?". *Universal Access in the Information Society*. Vol. 7, pages 199-207.
- JUDD, Terry; KENNEDY, Gregor; CROPPER, Simon (2010). "Using wikis for collaborative learning: Assessing collaboration through contribution". *Australasian Journal of Educational Technology*. Vol. 26, No 3, pages 341-354.
- MEDINA, Inmaculada et al. *WikiHaskell*.  
<<http://wikis.uca.es/wikihaskell>>
- ORTEGA, Felipe (2009). *Wikipedia: A quantitative analysis* [online thesis]. URJC. [Accessed: October 2010].  
<<http://librosoft.es/Members/jfelipe/phd-thesis>>
- OSLUCA (2009). *Jornadas de conocimiento libre y web 2.0* [online]. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://softwarelibre.uca.es/jornadasweb>>
- OSLUCA (2010a). *Web de la Oficina de Software Libre y Conocimiento Abierto de la Universidad de Cádiz* [online]. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://www.uca.es/softwarelibre>>

- OSLUCA (2010b). *Wikis libres con apoyo de la OSLUCA* [online]. UCA. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://osl.uca.es/wikis>>
- PALOMO, Manuel; MEDINA, Inmaculada; RODRÍGUEZ, Emilio José; SALES, Noelia (2009). "Tecnologías wiki y conocimiento abierto en la universidad". *Actas de la V Conferencia Internacional en Software Libre*, pages 16-19.
- PALOMO, Manuel; MEDINA, Inmaculada; RODRÍGUEZ, Emilio José; PALOMO, Francisco (2010). "Wikis en docencia: una experiencia con WikiHaskell y StatMediaWiki". *Actas del Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Digitales Educativos SPDECE*. Conferencia Conjunta Iberoamericana sobre Tecnologías de Aprendizaje (CclTA 2010), pages 127-134.
- POTTHAST, Martin; STEIN, Benno; HOLFELD, Teresa (2010). "Overview of the 1st International Competition on Wikipedia Vandalism Detection". *Notebook Papers of CLEF 2010 LABs and Workshops*.
- RECIO-QUIJANO, Pablo; SALES-MONTES, Noelia; GARCÍA-DOMÍNGUEZ, Antonio; PALOMO-DUARTE, Manuel (2010). "Collaboration and competitiveness in project-based learning". *Proceedings of the ACM SIGCSE Methods and Cases in Computing Education Workshop (MCCE)*, pages 8-14.
- ROBLES, Gregorio; KOCH, Stefan; GONZÁLEZ-BARAHONA, Jesús M. (2004). "Remote analysis and measurement of libre software systems by means of the CVSanaly tool". *Proceedings of the 2nd ICSE Workshop on Remote Analysis and Measurement of Software Systems (RAMSS)*, pages 51-55.
- RODRÍGUEZ, Emilio José (2010). "AVBOT: detección y corrección de vandalismos en Wikipedia". *Novática*, No 203, pages 51-53.
- RODRÍGUEZ, Emilio José et al. (2010). *StatMediaWiki* [online]. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://statmediawiki.forja.rediris.es>>
- STATMEDIAWIKI (2009). *Estadísticas de StatMediaWiki sobre WikiHaskell* [online]. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://osl.uca.es/statmediawiki>>
- TRENTIN, Guglielmo (2008). "Using a wiki to evaluate individual contribution to a collaborative learning project". *Journal of Computer Assisted Learning*. Vol. 25, pages 43-55.
- UNIVERSIDAD DE CÁDIZ (2009). "Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa Universitaria del Programa de Innovación Educativa de la Universidad de Cádiz". [Accessed: 27 October 2010].  
<[http://www.uca.es/web/estudios/proyecto\\_europa](http://www.uca.es/web/estudios/proyecto_europa)>
- VARIOUS AUTHORS (2009a). *Número Monográfico IV: WIKI y educación superior en España* (part 1).  
<[http://www.um.es/ead/Red\\_U/m4/](http://www.um.es/ead/Red_U/m4/)>
- VARIOUS AUTHORS (2009b). *Número Monográfico V: WIKI y educación superior en España* (part 2).  
<[http://www.um.es/ead/Red\\_U/m5/](http://www.um.es/ead/Red_U/m5/)>
- VARIOUS AUTHORS (2010a). "Translatewiki. Statistics for mediawiki translation development" [online]. *Translatewiki*. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://translatewiki.net/wiki/Translating:Statistics>>
- VARIOUS AUTHORS (2010b). "Mediawiki extensions" [online]. *Mediawiki*. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://www.mediawiki.org/wiki/Category:Extensions/es>>
- VARIOUS AUTHORS (2010c). *III concurso universitario de software libre* [online]. [Accessed: 27 October 2010].  
<<http://www.concursosoftwarelibre.org/0809/premios-iii-concurso-universitario-software-libre>>

VARIOUS AUTHORS (2011). *Public Policy Initiative. Wikimedia Outreach Project*. [Accessed: 2 June 2011].

<[http://outreach.wikimedia.org/w/index.php?title=Public\\_Policy\\_Initiative&oldid=14089](http://outreach.wikimedia.org/w/index.php?title=Public_Policy_Initiative&oldid=14089)>

WANG, Qiyun (2009). "Design and evaluation of a collaborative learning environment". *Journal of Computers & Education*. Vol. 53, No 4, pages 1138-1146.

WHEELER, Steven; YEOMANS, Peter; WHEELER, Dawn (2008). "The good, the bad and the wiki: Evaluating student-generated content for collaborative learning". *British Journal of Educational Technology*. Vol. 39, No 6, pages 987-995.

WIKIMEDIA FOUNDATION (2010). "MediaWiki" [online]. [Accessed: 27 October 2010].

<<http://www.mediawiki.org>>

## About the Authors

*Manuel Palomo Duarte*

[manuel.palomo@uca.es](mailto:manuel.palomo@uca.es)

Department of Computer Languages and Systems, University of Cadiz

Manuel Palomo Duarte holds a qualification as a Computer Engineer awarded by the University of Seville. He currently works as a lecturer in the Department of Computer Languages and Systems at the University of Cadiz (UCA). His teaching focuses on subjects related to operating systems and video game design. As a member of several education innovation projects, his particular interest is the use of collaborative technologies and video games for educational purposes, especially in the field of Computer Engineering. He is the director of the Open-Source Software and Open Knowledge Office at the UCA. His objectives include studying and fostering the implementation of open-source solutions in higher education in particular and in society in general. He is a member of the "Improving the Software Process and Formal Methods" research group, in which he did his doctoral thesis on web service composition testing with WS-BPEL using invariants.

<http://neptuno.uca.es/~mpalomo>

*Inmaculada Medina Bulo*

[inmaculada.medina@uca.es](mailto:inmaculada.medina@uca.es)

Department of Computer Languages and Systems, University of Cadiz

Inmaculada Medina Bulo is the holder of a doctorate in Computer Science awarded by the University of Seville. She currently works as a lecturer in the Department of Computer Languages and Systems at the University of Cadiz (UCA). Her teaching focuses on subjects related to programming and algorithm design and analysis. As a member of several education innovation projects, her particular interest is the use of collaborative technologies for educational purposes, especially in the field of Computer Engineering. She is the coordinator of the Computer Engineering degree course at the UCA. Her objectives include studying and fostering the implementation of open-source solutions in higher education in particular and in society in general. She is a member of the UCASE Software Engineering research group. Her main lines of research are software verification and validation, model-driven methodologies and service-oriented architectures. She has supervised and is supervising doctoral theses on web service composition testing with WS-BPEL using dynamic invariant generation and mutation testing.

<http://neptuno.uca.es/~imedina>

*Emilio José Rodríguez Posada*

[emiliojose.rodriguez@uca.es](mailto:emiliojose.rodriguez@uca.es)

Department of Computer Languages and Systems, University of Cadiz

Emilio José Rodríguez Posada holds a qualification as a Technical Engineer in Computer Systems awarded by the University of Cadiz (UCA), where he is currently taking Computer Engineering and is a collaborating student. He was a grantholder in the Open-Source Software Office and has collaborated on the organisation of various open-source software conferences held at the UCA. His work focuses on open culture, and he has participated as an editor in various wiki projects, such as Wikipedia, and developed tools for them, such as the AVBOT anti-vandalism bot, which won the "Best Community Project" award at the 3rd Open-Source Software University Competition held in Spain. He is now collaborating as a developer of StatMediaWiki, a statistical analysis tool for wikis.

<http://osl.uca.es>



*Francisco Palomo Lozano*

francisco.palomo@uca.es

Department of Computer Languages and Systems, University of Cadiz

Francisco Palomo Lozano holds a degree in Computer Science awarded by the University of Seville and is a lecturer in Computer Engineering in the Department of Computer Languages and Systems at the University of Cadiz (UCA). His teaching focuses on subjects related to algorithm engineering and logical reasoning automation. As a participant in several education innovation projects, his particular interest is the improvement of learning techniques in Computer Engineering. His research interests include automated reasoning and software verification.

<http://neptuno.uca.es/~palomo/>

Universidad de Cádiz  
Escuela Superior de Ingeniería  
C/ Chile, n.º 1.  
11002 Cádiz  
Spain



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.

## DOSSIER

# Mathematical e-Learning

**Ángel A. Juan**

ajuanp@uoc.edu

Associate Professor of Simulation and Data Analysis, Computer Science Department, Open University of Catalonia (UOC)

**María Antonia Huertas**

mhuertass@uoc.edu

Associate Professor of Mathematics and Knowledge Representation, Computer Science Department, Open University of Catalonia (UOC)

**Hans Cuypers**

hansc@win.tue.nl

Associate Professor of Discrete Mathematics, Eindhoven University of Technology

**Birgit Loch**

bloch@swin.edu.au

Head of the Mathematics and Statistics Help Centre in the Mathematics Discipline, Swinburne University of Technology in Melbourne

**Recommended citation**

JUAN, Ángel A.; HUERTAS, María Antonia; CUYPERS, Hans; LOCH, Birgit (2012). "Mathematical e-learning" [preface to online dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 278-283 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch/v9n1-juan-huertas-cuypers-loch-eng>>

ISSN 1698-580X

Educational technologies are changing the way in which higher education is delivered. These technologies include, but are not limited to, e-learning environments or learning management systems for individual and collaborative learning, Internet resources for teaching and learning, academic materials in electronic format, specific subject-related software, groupware and social networking software. With ubiquitous access to technology and technological innovation, over the last decades not only have we seen the establishment and growth of purely online universities, but we are also now witnessing a transformation in how instruction is being delivered in most traditional face-to-face universities. This transformation is affecting the nature of the courses as well as the degree programs offered by higher-education systems in a global world. These technological innovations have driven the growth of distance-learning opportunities, as students who are time bound – due to job or travel difficulties – or place bound – due to geographic location or physical disabilities – now have the flexibility to access courses and degree programs at their convenience.

e-Learning models are extensively used all over the world. Within mathematics and statistics teaching, educational reforms are widespread both in purely online and in face-to-face education. Many instructors have been encouraged to try new teaching strategies such as online support, interdisciplinary collaborative learning and integration of mathematical and statistical software in their courses. University departments worldwide have been leveraging technological capabilities by creating new engaging curricula that promote conceptual understanding instead of procedural knowledge. Nevertheless, as implementation is not at all easy, especially in mathematics, we are confronted with numerous challenges. Some of these challenges are due to the intrinsic demographic characteristics of so-called 'Internet-generation' students, while others are due to the intrinsic disciplinary nature of mathematics and statistics. In fact, most innovative teaching approaches documented so far have been developed by individuals or by small teams of instructors. These experiences are rarely generalized outside the institution or even maintained over time. Thus, when referring to online mathematics courses, generalization and sustainability of innovative approaches are issues that need to be investigated and promoted by researchers and teaching academics.

In a broad sense, Mathematical e-Learning refers to the use of mathematical software and the Internet to deliver and facilitate instruction of mathematics-related courses. Established technologies (e.g., virtual learning environments and specialized software) enable emerging instructional strategies based on computer-supported collaborative learning. These Web-based strategies are being used in both new and traditional universities to completely teach (either following a synchronous or an asynchronous online mode), partially replace (blended or hybrid learning models) or supplement course offerings in mathematics to a new generation of students. There is little doubt that this new way of teaching mathematics is here to stay and, in fact, its use continues to grow year on year.

With e-learning experiencing what has been characterized as 'explosive growth', there is an urgent need to undertake more research to inform best practices specific to the disciplinary particularities of mathematics e-learning in higher education. While a growing number of publications generically cover e-learning, computer-supported collaborative learning or mathematics education from a more theoretical point of view, few – if any – put emphasis on the practical implementation of mathematical e-learning in higher education. This special issue tries to fill this gap in the literature

by identifying and publishing worldwide best practices in the aforementioned field, sharing not only theoretical but also applied pedagogical models and systems. Among others, the goals of the special issue are: (a) to describe experiences on the use of computer-supported collaborative e-learning in mathematical education; (b) to forecast emerging technologies and tendencies regarding mathematical software and its integration into online courses and materials; (c) to explore how learning management systems are contributing to mathematics education online; and (d) to highlight current-edge research in the area.

This *RUSC* special issue contains five articles, selected after a blind peer-review process from almost thirty submitted papers. The selected articles are briefly introduced below:

In "The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics: A Case Study in the Netherlands" by D. Tempelaar et al., the authors discuss the importance of formative assessment, in terms of the feedback it provides both to students and instructors of mathematics-related courses, and describe their own experiences while integrating this type of assessment into e-learning platforms.

The article "A Knowledge-Skill-Competencies e-Learning Model in Mathematics" by G. Albano addresses the emergent issue of how to successfully model mathematics-related competencies in an e-learning environment. The author presents a model, based on knowledge and skills representations, which defines a personalized learning experience to promote students' competencies in mathematics.

In "Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics for Computer Science", J. L. Ramírez et al. present an interesting e-learning experience involving a higher-education course on mathematics. The course design is based on two theoretical approaches: while the content-related design is supported by different concepts of Activity Theory, interaction between participants is designed following Slavin's Team Accelerated Instruction model.

The article "Distance Training of Mathematics Teachers: The *EarlyStatistics* Experience" by M. Meletiou-Mavrotheris and A. Serradó analyzes how information and communication tools could be employed to improve the quality and efficiency of teacher training in statistics education. The authors also point out lessons learned from their own experience with *EarlyStatistics*, an online course in statistics education which was offered to European elementary and middle school teachers.

In "On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses", M. Blanco and M. Ginovart describe their experience with the use of Moodle's quiz module, and discuss the utility of this tool for the formative assessment of students.

This special issue also contains a review, written by H. Cuypers, of the book *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, which has recently been published by IGI Global.

Finally, we would like to thank the authors and reviewers of this special issue for their collaboration and prompt responses to our enquiries, which enabled completion of this manuscript in a timely manner. We gratefully acknowledge the editor at *RUSC*, Ms Elsa Corominas, for her help and encouragement during the entire editing process of this *RUSC* special issue.

## Guest Editors of the dossier

*Ángel A. Juan*

[ajuanp@uoc.edu](mailto:ajuanp@uoc.edu)

Associate Professor of Simulation and Data Analysis, Computer Science Department, Open University of Catalonia (UOC)

Angel A. Juan is a researcher at the Internet Interdisciplinary Institute (IN<sup>3</sup>). He holds a doctorate in Applied Computational Mathematics (National University of Distance Education, Spain), a master of science in Information Systems (Open University of Catalonia) and a master of science in Applied Mathematics (University of Valencia). He completed a predoctoral internship at Harvard University and a postdoctoral internship at the MIT Center for Transportation & Logistics. His research interests include simulation-optimization, educational data analysis and mathematical e-learning. He has published over 100 manuscripts in international journals, books and proceedings regarding these fields. He is a member of the INFORMS society. His website is <http://ajuanp.wordpress.com>.

Open University of Catalonia (UOC)

Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication

Rambla del Poblenou, 156

08018 Barcelona

Spain

*María Antonia Huertas*

[mhuertass@uoc.edu](mailto:mhuertass@uoc.edu)

Associate Professor of Mathematics and Knowledge Representation, Computer Science Department, Open University of Catalonia (UOC)

Maria Antonia Huertas holds a doctorate in Mathematics (University of Barcelona), a postgraduate degree in Information Systems and Communication (UOC) and postdoctoral studies in Logic and Artificial Intelligence (Institute for Logic, Language and Computation, University of Amsterdam). Her research interests include logic, knowledge representation, Web-based teaching and learning, and mathematical education. She has published articles/chapters in international journals, books and proceedings regarding these fields.

Open University of Catalonia (UOC)

Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication

Rambla del Poblenou, 156

08018 Barcelona

Spain

*Hans Cuypers*

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Associate Professor of Discrete Mathematics, Eindhoven University of Technology

Hans Cuypers studied mathematics at Radboud University Nijmegen and Utrecht University, from which he obtained a doctorate. In the academic year 1989/1990, he was a visiting assistant professor at Michigan State University. The following year he held a position at the University of Kiel, Germany. Since September 1991, Cuypers has held a tenured position at Eindhoven University of Technology, where he now leads the Discrete Algebra and Geometry group. His main mathematical interests are discrete algebra and geometry, particularly (finite) geometry, group theory, graph theory, design theory, algebraic combinatorics, abstract and applied algebra, and computer algebra. His recent interests are interactive mathematics and e-learning. In particular, *MathDox*, a software system for interactive mathematics, has been developed under his guidance. Cuypers has published over 70 papers and three books on his research. His website is <http://www.win.tue.nl/~hansc/>.

Technische Universiteit Eindhoven  
Den Dolech 2  
5612 AZ Eindhoven  
The Netherlands

*Birgit Loch*

[bloch@swin.edu.au](mailto:bloch@swin.edu.au)

Head of the Mathematics and Statistics Help Centre in the Mathematics Discipline, Swinburne University of Technology in Melbourne

Birgit Loch is a senior lecturer in Mathematics Education. She holds a doctorate in Computational Mathematics (University of Queensland) and a master degree in Mathematics and Informatics (University of Duisburg-Essen). Her current research interests focus on online learning and effective technology use in mathematics education, e.g., tablet technology, mobile learning and Web 2.0 applications. This includes technologies for classroom teaching, online instruction and the provision of support structures for students with weak mathematical backgrounds. She also investigates the engagement of lecturers from a variety of disciplines in the use of educational technologies. Her website is <http://stan.cc.swin.edu.au/~lochb>.

Mathematics  
Faculty of Engineering & Industrial Sciences  
Swinburne University of Technology  
PO Box 218  
Hawthorn, Victoria, 3122  
Australia



Los textos publicados en esta revista están sujetos –si no se indica lo contrario– a una licencia de Reconocimiento 3.0 España de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente y hacer obras derivadas siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la revista. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.es>.



**Dossier “Mathematical e-learning”**

## ARTICLE

# The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics: A Case Study in the Netherlands

**Dirk T. Tempelaar**

D.Tempelaar@MaastrichtUniversity.nl  
Maastricht University School of Business & Economics

**Boudewijn Kuperus**

B.Kuperus@MaastrichtUniversity.nl  
Maastricht University School of Business & Economics

**Hans Cuypers**

hansc@win.tue.nl  
Eindhoven University of Technology

**Henk van der Kooij**

h.vanderkooij@uu.nl  
Freudenthal Institute, Utrecht University

**Evert van de Vrie**

Evert.vandeVrie@ou.nl  
Open University in the Netherlands

**André Heck**

A.J.P.Heck@uva.nl  
University of Amsterdam

Submitted in: July 2011  
Accepted in: November 2011  
Published in: January 2012



### Recommended citation

TEMPELAAR, Dirk T.; KUPERUS, Boudewijn; CUYPERS, Hans; Van der KOOIJ, Henk; Van de VRIE, Evert; HECK, André (2012). "The Role of Digital, Formative Testing in e-Learning for Mathematics: A Case Study in the Netherlands". In: "Mathematical e-learning" [online dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 284-305 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-tempelaar-kuperus-cuypers-kooij-vrie-heck/v9n1-tempelaar-kuperus-cuypers-kooij-vrie-heck-eng>>

ISSN 1698-580X

### Abstract

Repeated formative, diagnostic assessment lies at the heart of student-centred learning, providing students with a continuous stream of information on the mastery of different topics and making suggestions to optimize the choice of subsequent learning activities. When integrated into a system of e-learning, formative assessment can make that steering information instantaneous, which is a crucial aspect for feedback in student-centred learning. This empirical study of the role of formative assessment in mathematics e-learning focuses on the important merit of integrating these assessments into a system of state or national testing. Such tests provide individual students with crucial feedback for their personal learning, teachers with information for instructional planning, and curriculum designers with information on the strengths and weaknesses in the mastery states of students in the program and the need to accommodate any shortcomings. Lastly, they provide information on the quality of education at state or national level and a means to monitor its development over time. We shall provide examples of these merits based on data from the national project ONBETWIST, part of the Dutch e-learning program Testing and Test-Driven Learning.

### Keywords

interim assessment, bridging education, mathematics, heterogeneous international education, mathematics program reforms

## *El papel de los exámenes formativos digitales en el aprendizaje virtual de matemáticas: un estudio de caso en los Países Bajos*

### Resumen

La repetida evaluación diagnóstica y formativa es uno de los elementos clave del aprendizaje centrado en el alumno, ya que ofrece a los estudiantes un flujo continuo de información sobre su nivel de conocimientos en distintas materias y permite optimizar la posterior elección de actividades de aprendizaje. Cuando se integra en un sistema de aprendizaje virtual, la evaluación formativa puede convertir esta información en instantánea, lo que constituye un aspecto crucial para el retorno de información en un aprendizaje centrado en el alumno. Este estudio empírico sobre el papel de la evaluación formativa en el aprendizaje virtual de matemáticas se centra en la ventaja de integrar estas evaluaciones en un sistema nacional o estatal de exámenes. Estos exámenes proporcionan a los estudiantes una información crucial para su aprendizaje personal; suministran a los profesores los datos necesarios para llevar a cabo la planificación docente; y ofrecen a los encargados de elaborar los planes de estudio la información necesaria sobre las fortalezas y las debilidades de los estudiantes de cada programa y la necesidad de solucionar cualquier deficiencia. En último lugar, ofrecen información sobre la calidad de la enseñanza a escala nacional o estatal y son un

medio para controlar su desarrollo a través del tiempo. Daremos ejemplos de todas estas ventajas según los datos del proyecto nacional ONBETWIST, que forma parte del programa de aprendizaje virtual holandés «Los exámenes y el aprendizaje basado en exámenes».

### **Palabras clave**

*evaluación intermedia, cursos puente, matemáticas, educación internacional heterogénea, reforma de los programas de matemáticas*

## Introduction

According to a recent, domain overarching meta-analysis of empirical educational studies (Hattie, 2008), feedback is the most effective instructional mechanism. Feedback can have many different sources, and in student-centred learning, students' mastery or lack of mastery to perform a specific task is an important part of that feedback. Formative assessment is a means to repeatedly assess a student's mastery in order to establish the subsequent learning step, and its importance is extensively documented, in the context of both traditional learning (Donovan et al., 2005; Pellegrino, et al., 2001) and e-learning (Juan et al., 2011). Recently, there has been some interest in systematically combining formative assessment with the use of state or national tests. In the U.S., this is termed 'interim assessment' (Beatty, 2010). According to the U.S. National Research Council, interim assessments "are assessments that measure students' knowledge of the same broad curricular goals that are measured in annual large-scale assessments, but they are given more frequently and are designed to give teachers more data on student performance to use for instructional planning. Interim assessments are often explicitly designed to mimic the format and coverage of state tests and may be used not only to guide instruction, but also to predict student performance on state assessments, to provide data on a program or approach, or to provide diagnostic information about a particular student. Researchers stress the distinction between interim assessments and formative assessments, however, because the latter are typically embedded in instructional activities and may not even be recognizable as assessments by students ..." (Beatty, 2010, p. 6).

Continuous evaluation processes are at least as crucial in mathematics education as they are in other disciplines (Donovan et al., 2005; Taylor, 2008; Trenholm et al., 2011). Beyond assessment for development and assessment for achievement, both of which are generally recognized as important assessment functions, formative assessment in mathematics education functions as 'transition' or 'placement' assessment, particularly in the first year of university education (Taylor, 2008). In their comparative study of long-term online mathematics teaching experiences, Trenholm et al. (2011) provide four major case studies, all of which point to continuous assessment as a key factor of success. However, empirical studies into the effect of formative assessment in mathematics education remain scarce (Wang et al., 2006).

In the Netherlands, SURF, the Dutch collaborative organisation for higher education institutions and research institutes aimed at innovations in ICT, initiated the nationwide program Testing and

Test-Driven Learning to stimulate the design and use of such interim assessments, among other things. Part of this program is the ONBETWIST project (<http://www.onbetwist.org/>), focusing on mathematics learning, both in the transition from high school to university, and in the first year of university, using e-learning with the support of these interim assessments. The ONBETWIST project builds on earlier projects, such as SURF projects NKBW (<http://www.nkbw.nl/>) and TELMME ([www.telmme.tue.nl](http://www.telmme.tue.nl)), and EU projects S.T.E.P. ([www.transitionalstep.eu/](http://www.transitionalstep.eu/)) and MathBridge (<http://www.math-bridge.org/>). All these projects focus primarily on the design and use of mathematics e-learning tools to facilitate the transfer from high school to university, e.g., for international students who have been educated in school systems whose premises differ considerably from those on which the university curriculum is built. Offering flexible bridging courses in mathematics when the inflow of students is too heterogeneous in terms of prior mathematics mastery to start immediately with class-based regular university teaching is, in short, the main aim of all these initiatives. Reviews of some of these endeavours can be found in Brants et al. (2009), Rienties et al. (2011) and Tempelaar et al. (2008). In our companion paper, Tempelaar et al. (2011), we report on the outcomes of bridging education in the context of the NKBW project for one Dutch university. This university is a typical exponent of European internationalisation of higher education, where international students account for more than 70% of the total. Although most of these students are not very international in terms of the geographical distance they have to bridge, there is huge diversity with respect to the high school education they have received. Secondary school systems, even in neighbouring countries like the Netherlands, Germany and Belgium, are very different, producing major heterogeneity in mathematical knowledge and skills that prospective students have. Such heterogeneity means that there is a considerable need for bridging education in the transfer from secondary to university education, and it offers an outstanding case to demonstrate the advantages of interim assessment. While the companion paper focuses on the remedial education component, designed as a voluntary mathematics summer course, this paper investigates the use of digital, formative tests for diagnostic aims in the same population of international students. The empirical context of this study refers to the use of entry tests generated within the national NKBW and ONBETWIST projects (full versions of the tests can be found in the open-access ONBETWIST question database, available at <http://moodle.onbetwist.org/>), where subjects for the empirical study are selected from one university, which is characterized by a strong international orientation and large year classes.

The aim of this study is to add to the limited body of empirical studies into the effects of formative assessment in mathematics education, thereby focusing on its role in the first year of university education, where assessment, beyond development and achievement functions, plays an additional and important transition or placement role.

## The UM mathematics summer course

Since bridging education takes place before students participate in the interim assessments, a short introduction to the summer course is required in order to understand its impact on performance in

the assessments. The voluntary mathematics summer course is constructed around the test-steered, adaptive, e-tutorial: ALEKS (Assessment and LEarning in Knowledge Spaces) College Algebra module. The tool makes use of server-based computing and can be characterised as supporting individual distance learning. The ALEKS system (see also Doignon & Falmagne, 1999; Falmange et al., 2004; Tempelaar et al., 2006) combines adaptive, diagnostic testing with an e-learning and practice tutorial in several domains relevant to higher education. In addition, it provides lecturers with an instructor module, where students' progress can be monitored in both learning and assessment modes.

The ALEKS assessment module starts with an entry assessment in order to evaluate a student's knowledge of the domain. Following this assessment, ALEKS delivers a graphic report analyzing the student's knowledge within all curricular areas of the course. The report also recommends concepts on which the student can begin working; by clicking on any of these concepts or items, the student gains immediate access to the learning module. See Figure 1 for a sample of the learning report.

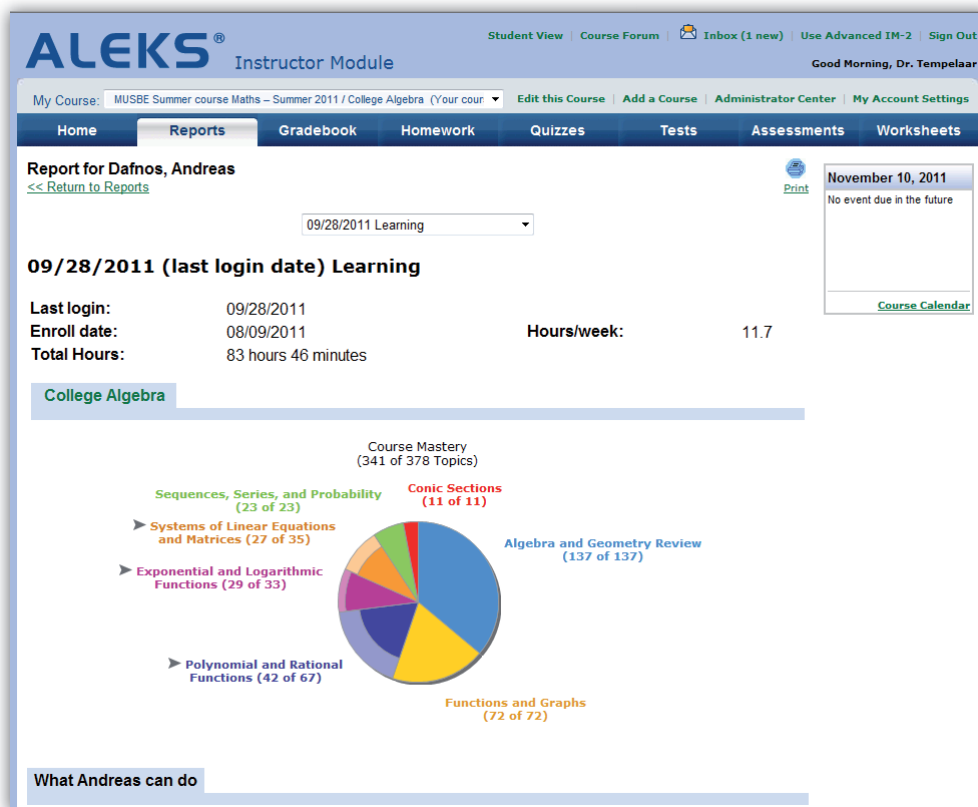


Figure 1. Partial sample of an ALEKS learning report

Some key features of the assessment module are that all problems require the student to produce authentic input, all problems are algorithmically generated, and assessment questions are generated from a carefully designed repertoire of items, thus ensuring comprehensive coverage of the domain. The assessment is adaptive: the choice of each new question is based on the aggregate of responses to all previous questions. As a result, the student's knowledge state can be found by asking only a small subset of the possible questions (typically 15-25). Both the principles of the UM summer course, and the use of the e-tutorial ALEKS, are described in more detail in Tempelaar et al. (2011). An important

aspect for this study is that the summer course is extra-curricular; offered before the regular program starts, participation can only be voluntary. As a consequence, three different groups of students can be distinguished: those not participating in the summer course (*NoSC*), those successfully participating in the summer course (*SCPass*), and those enrolling the summer course but not reaching a sufficient level of achievement (*SCFail*). To distinguish between passing and failing summer course participants, a mastery level of 55% of the lessons contained in the ALEKS module was used.

## Participants

This study is based on the investigation of five cohorts, of about equal size, of first-year students at a Business and Economics School in the south of the Netherlands (academic years 07/08, 08/09, 09/10, 10/11 and 11/12). Programs offered by this school deviate from mainstream European university education in two important ways: the student-centred learning approach of problem-based learning and a strong international orientation (the programs are offered in the English language and mainly attract international students). Of the 3,900 students in these five cohorts, 71% have an international background (mostly European, and just over 50% from German-speaking European countries) and 29% are Dutch. Of these students, 36.7% are female and 63.3% are male. The mean age of the students was 20.12 years, with a range of 17-31 years, though most students were in their teens: the median age was 19.82 years. They were all enrolled on a business and economics program.

A large majority of these students took part in the administration of at least one diagnostic entry test: 3,014. A small minority of the students took part in the voluntary summer course: 622, of which 267 passed and 335 failed (did not achieve a 55% mastery level in ALEKS).

After finishing the summer course in late August, the regular program of bachelor's degree studies in International Business and International Economics started in early September. Both programs begin with two eight-week (half semester) integrated, problem-based learning designed courses, each having a 50% study load. The first course is an introduction to organizational theory and marketing. The second course, called Quantitative Methods I or QM1, is an introduction to mathematics and statistics. The very first activity in the QM1 course is to administer the mathematics entry test. The coverage of the QM1 course mirrors the circumstance that strong heterogeneity in mathematics mastery, due to students being educated in different national systems and at different mathematics levels, necessitates a fair amount of repetition. Most of the topics covered are repeats of those taught in grades 11 and 12 of Dutch secondary schooling, basic mathematics level (the last two years of high school), with some time devoted to new topics. There is no overlap between QM1 and the content of the summer course, since that content covers those topics taught in grades 7-10 of secondary schooling (middle school and first year of high school).

The major component of heterogeneity in mathematics mastery is caused by the level of mathematics schooling in high school. European countries generally distinguish between two different levels of high school mathematics: basic and advanced. Of the students in this study, 28.1% did their high school education under the Dutch national system, called VWO (pre-university

education), and were taught mathematics at one of two different basic levels (A1 or A1,2) or one of two advanced levels (B1 or B1,2). The lowest level, A1, prepares students for studies in arts and humanities, but does not qualify them to take social sciences studies such as business or economics, so what remains is only the higher basic level: DutchA12 (18.6%). Another two tracks are at advanced levels: DutchB1 (4.5%, preparing for life sciences studies) and DutchB12 (2.3%, preparing for technical studies). Due to a reform in mathematics education in the Netherlands, students taking the advanced track in high school from the last two cohorts (10/11 and 11/12) were educated in an undifferentiated advanced track: DutchB (5.4%). A majority of students (53.1%) was educated in a German-speaking high school system. That system again has two different levels of prior mathematics education, the advanced level or *Leistungskurs*, and the basic level or *Grundkurs*. Students taking the basic track have a further choice to select mathematics as one of their four subjects in the final examination or *Abitur* (students in the advanced track always do so). As a consequence, there is one advanced track: GermanLK (13.9%), and two basic tracks: GermanGKA (25.0%) and GermanGKnA (13.8%), where the last category has opted out with regard to final examination. Again, in the last two cohorts, a new but very small category of students can be distinguished owing to a reform in mathematics education in some of the German states: the merger of basic and advanced tracks into one single, undifferentiated level of mathematics education: GermanUndif (0.8%). In comparison to other European universities, there is a rather large share of students having an International Baccalaureate (IB) diploma (6.9%). IB again allows one advanced level (HL) to be distinguished from two basic levels (SL and StudiesSL), generating the categories IBMathHL (1.5%), IBMathSL (5.1%) and IBMathSSL (0.3%, but excluded from this study due to its small size). The remaining students (11.9%) are educated within a national system outside the Dutch or German-speaking part of Europe. For this last category, students were asked to classify their own prior mathematics education at the level of either mathematics major or mathematics minor. This results in the categories OthMathMajor (6.2%) and OthMathMinor (5.7%).

## Interim assessments

In this study, we investigate the role of two different interim assessments. Both are designed for use in the transfer from high school to university and, for that reason, are labelled as entry assessments in the two projects for which they were designed. We shall adhere to that convention.

The first entry test is called the NKBW entry test, designed within the SURF NKBW project. In that project, secondary education and tertiary education representatives cooperated on the design of these entry tests, giving the entry tests the unique characteristic of being based on a shared opinion of what prospective students should master when graduating from high school and entering university. That is, the NKBW tests are both entry and exit tests. Tests were developed for different tracks of high school mathematics education; since mastery of mathematics at higher basic track level is required, we applied that type of entry test. That 16-item test comprises four topics: algebraic skills (*AlgebraicSkills*), logarithms and exponentials (*Log&power*), equations (*Equations*), and differentiation (*Differentiation*). In this study, we focus mostly on the topic of algebraic skills, since deficiencies in the

mastery of these skills appear to have a great impact on study success in the first year of university, and the topic is beyond the scope of most forms of refreshment education provided at the start of regular university education in many programs. Such refreshment topics typically include more advanced topics from senior high school, whereas algebraic skills are taught in junior high school, if not in primary education. Algebraic skills constitute a main part of the summer course program. NKBW entry tests have been available since 2009, and the two cohorts 09/10 and 10/11 of students investigated here have participated in this test.

The other entry test applied is the one designed by the TELMME project partners: the three Dutch technical universities. For that reason, the entry test is called the 3TU test. Since the test is based on the mastery of the advanced track of high school mathematics education, items belonging to the topic differentiation and integration were deleted from the test. The remaining categories are algebraic skills, logarithms and exponentials, and equations, and total 14 items. Written for a more advanced target audience, items have a somewhat higher level of difficulty than items in the NKBW entry test. They also have a stronger focus on skills mastery, whereas the conceptual understanding of mathematics is somewhat more prominent in the NKBW test. The 3TU test was administered in all five cohorts of UM freshmen, and thus provides a better basis for analysing developments over time.

## Results

### Prior education and the 3TU and NKBW entry tests

Figure 2 demonstrates the development over the years of diagnostic entry test scores in the topic *AlgebraicSkills* of the main prior mathematics education groups in our study. We shall focus on the component algebraic skills in most of this section, since it is at the heart of the project. However, the analysis of total scores in the entry test results in rather similar outcomes, with identical patterns, but at a slightly lower level.

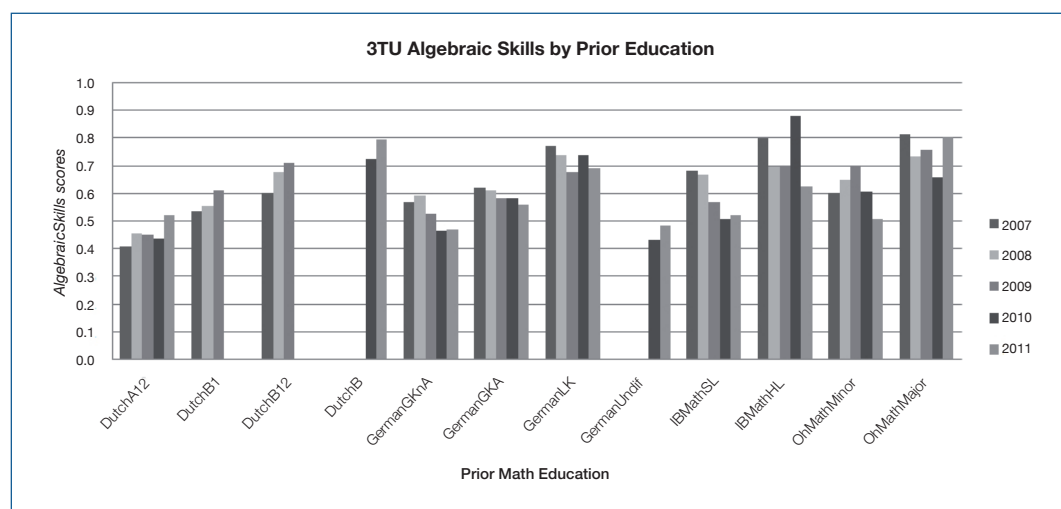


Figure 2. *AlgebraicSkills* scores from the 3TU entry test, by prior mathematics education

When the entry tests were administered for the very first time in 2007, we were surprised to find such a major underperformance of national (Dutch) students compared to international students. For example, national students with the most advanced prior mathematics education, DutchB12, scored no more than 60%, against a 62% score for German students educated at basic level (GermanGKA) and a 77% score for German students educated at advanced level (GermanLK). Needless to say, the scores of Dutch students from the less advanced tracks were even lower: 41% for DutchA12 and 53% for DutchB1. Indeed, they were the lowest of all other types of prior education. However, given the *raison d'être* of our national bridging project, this outcome was not that surprising. In fact, it did provide justification for the project, since Dutch secondary education proved to lack in preparing students for university, especially in the area of algebraic skills, not only in an absolute sense, but also in a relative sense, when comparing Dutch students to international students.

Since 2007, several remarkable developments have occurred. School reforms in Dutch secondary mathematics education have improved the performance of advanced track students year after year, for both the B1 and B12 tracks. The merger of both of these tracks into one DutchB track was another successful step in terms of mastery of algebraic skills: students from that broad track achieved 72% and 79% scores, higher than ever before. And by doing so, they approached the score of German advanced track students (74%, GermanLK). Scores of Dutch basic track students, however, remained at the very lowest level.

Amongst the three different types of international prior education, radically different developments can be observed. Mastery levels of the advanced tracks are relatively stable and high (greater variability present in the scores of IBMathHL, though that may simply be due to sampling variability, given the smaller size of this group, 15 on average). The OthMathMajor category seems to demonstrate decreasing scores, but, being a residual category, this is not easy to interpret. Mastery levels among basic track students do, however, signal a decline over the years for both German and IB students, with very marked developments for the GermanGKnA and IBMathSL groups. As a consequence, mastery levels among all tracks of basic mathematics education (except OthMathMinor) converge to worryingly low levels – ranging between 40% and 50% – that have been present in the Netherlands for some time. In contrast to the success of the Dutch educational reform, the reform in Germany of removing different tracks to create an undifferentiated system seems to be less successful: the score is certainly not higher – and is more likely to be lower – than that of the basic track still in existence in other states. However, this group is somewhat small to place a lot of trust in this outcome.

The assessment of the German educational reform also depends on the type of entry test applied: changing to the NKBW entry test, which is based rather more on conceptual understanding and somewhat less purely on skills, German undifferentiated system students score midway between the basic and advanced tracks (60% versus 59% and 69%). In addition, the other educational reform is assessed differently: the new DutchB group scores similarly to, or even slightly lower than, students from the advanced track the year before. Besides being more conceptually oriented, the NKBW entry test is clearly less difficult (scores are uniformly higher) and less discriminative between the basic and advanced tracks than the 3TU entry test: see Figure 3.



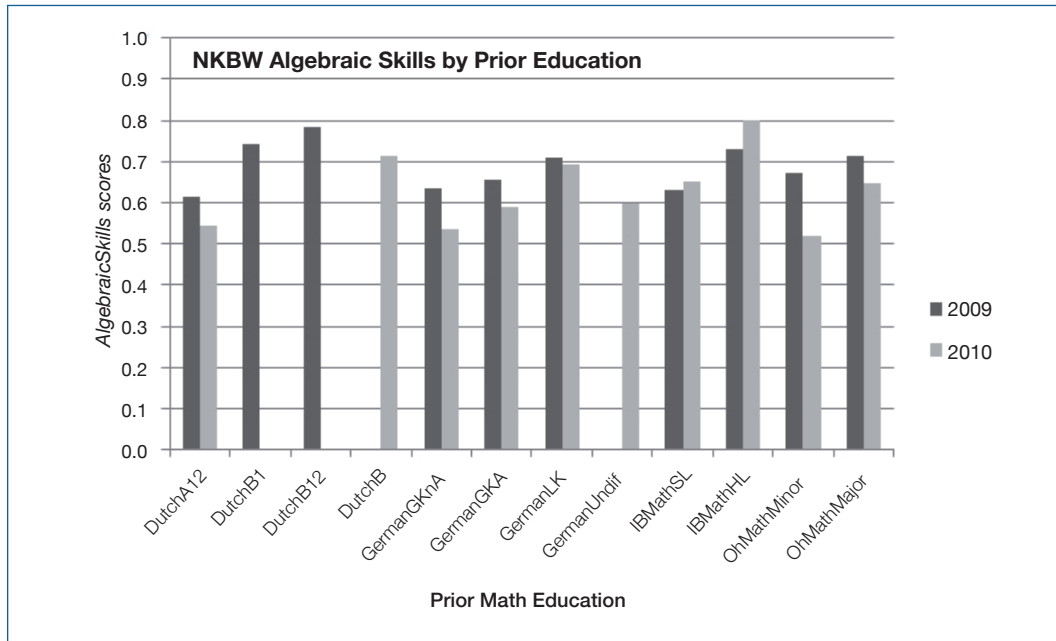


Figure 3. AlgebraicSkills cores from the NKBW entry test, by prior mathematics education

How large the differences between international mathematics educations can be with regard to the mastery of very basic algebraic skills is illustrated by the scores of two entry test items from this category in the 3TU entry test. The items themselves are provided too: see Figures 4 and 5.

AlgebraicSkillsNo2:  $\frac{x^2 - x}{x^2 - 2x + 1}$  equals: a.  $\frac{x}{1-x}$  b.  $\frac{1}{2x-1}$  c.  $\frac{-x}{-2x+1}$  d.  $\frac{x}{x-1}$

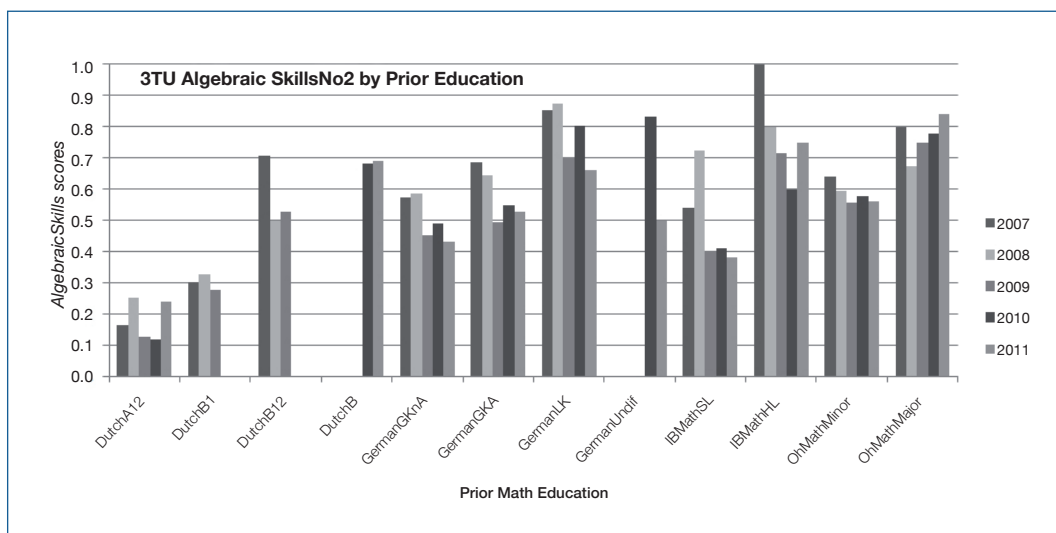


Figure 4. AlgebraicSkillsNo2 scores from the 3TU entry test, by prior mathematics education

AlgebraicSkillsNo3:  $\frac{x}{x+1} + \frac{x}{x-1}$  equals: a.  $\frac{2x}{2x-2}$  b.  $\frac{2x^2}{x^2-1}$  c.  $\frac{2x^2}{1-x^2}$  d.  $\frac{2x}{x^2-1}$

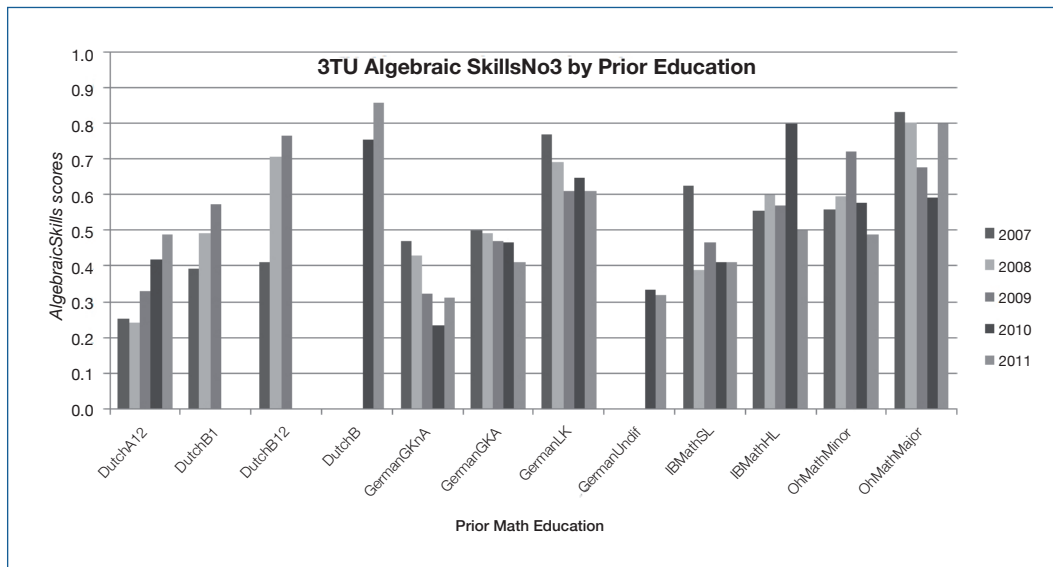


Figure 5. AlgebraicSkillsNo3 scores from the 3TU entry test, by prior mathematics education

Where the *AlgebraicSkillsNo3* scores are not beyond guessing level in some group and year combinations, we at least observe improved mastery over time, especially for the Dutch students, who were the weakest in 2007. In contrast, scores for *AlgebraicSkillsNo2* in the Dutch basic track are even lower than guessing rate, and do not indicate any sign of improvement over time: students continue to become strongly attracted to the third answer option, apparently following the strategy of eliminating equal quadratic terms in numerator and denominator. Beyond very strong differences between outcomes for the Dutch and other European educational systems, both items, but especially the first one, also demonstrate considerable mastery differences between basic and advanced track students. This is remarkable in its own, since algebraic skills are typically taught in junior high school, to students in both the advanced and basic tracks.

## Summer course participation and the 3TU and NKBW entry tests

Since the mathematics bridging course offered by the program runs in the summer, participation is voluntary, which allows student performance in the entry tests to be compared for three different groups of students: successful summer course participants, unsuccessful summer course participants and non-participants. Figure 6 and 7 contain student performance scores in both types of entry test in the *AlgebraicSkills* section and, as reference material, in two other topics in the NKBW entry test. Figure 6 makes clear that there is a strong effect of successful participation in the summer course. The true effect is even greater than the figure suggests, since students educated at the basic level are overrepresented in the group of summer course participants, whereas students educated at the advanced level are overrepresented in the group of non-participants (according to the aim of the summer course). Part of this overrepresentation is visible in the scores of unsuccessful summer course

participants: in three of five cohorts, their mastery level is significantly lower than the mastery level of the non-participants, indicating that these students initially made the right decision to register for the bridging course, but failed to materialize that decision.

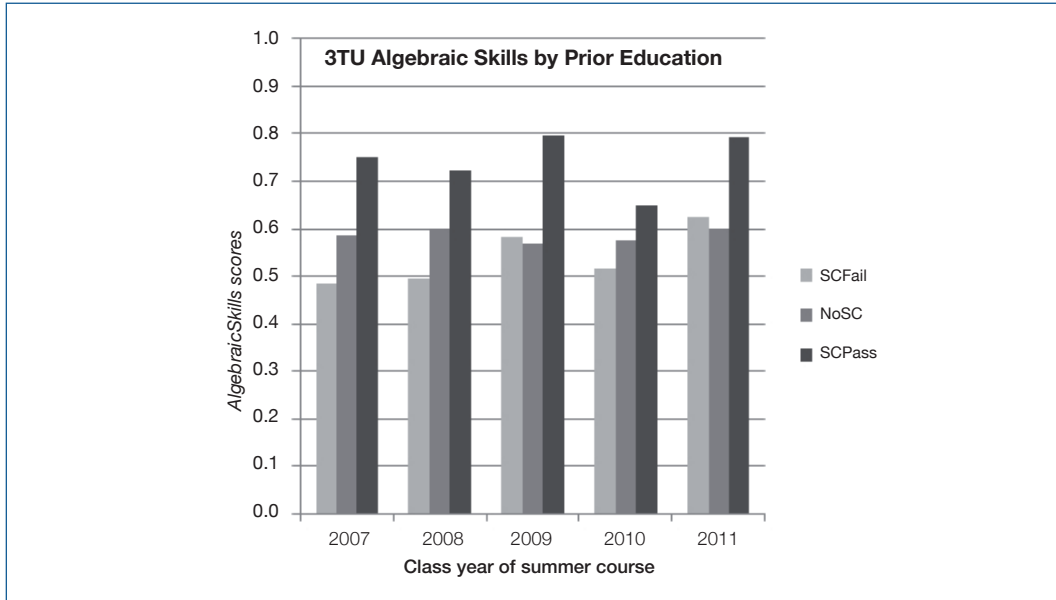


Figure 6. AlgebraicSkills mastery in the 3TU entry test, by summer course participation

The first panel of Figure 7 confirms that impression, be it that effects are much weaker when measured with the NKBW entry test AlgebraicSkills section. The second panel indicates that items in the Logs&Powers section contain a stronger effect of bridging education. And the third panel is added to check the adequacy of comparisons of this type. The third panel contains the items of the Differentiation section, not part of the summer course. For comparisons between the three groups to be valid, no effect of bridging education is to be expected in this third panel, which is indeed the case.

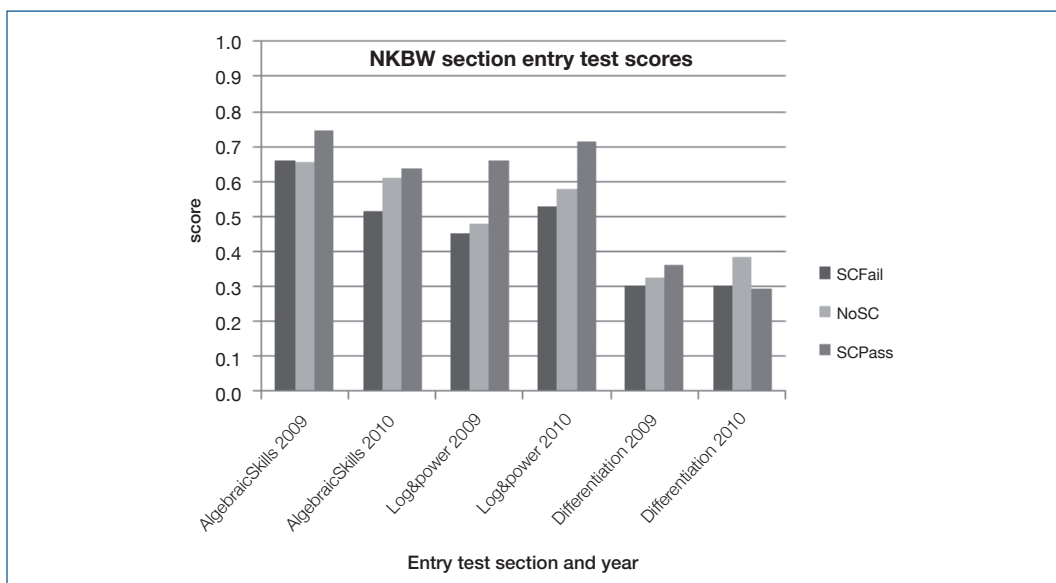


Figure 7. AlgebraicSkills, Logs&Powers & Differentiation mastery in the NKBW entry test, by summer course participation

Does participation in the summer course help students achieve academic success, beyond getting higher scores in purely formative tests like the two types of entry test? The answer is clearly affirmative, as visible in Figures 8 and 9. Figure 8 contains the scores in the final exam for both sections of that exam: mathematics and statistics (maximum score being 20). The effects of successful summer course participation are substantial, in both sections, where the true effects are again expected to be stronger than the visible effects, given that weaker students are overrepresented in the summer course. Differences in final mathematics exam scores between successful summer course participants and non-participants are statistically significant at 1% level in all class years, except for 2008 and 2011. Differences in final statistics exam scores are statistically significant at 1% level in class years 2007 and 2009.

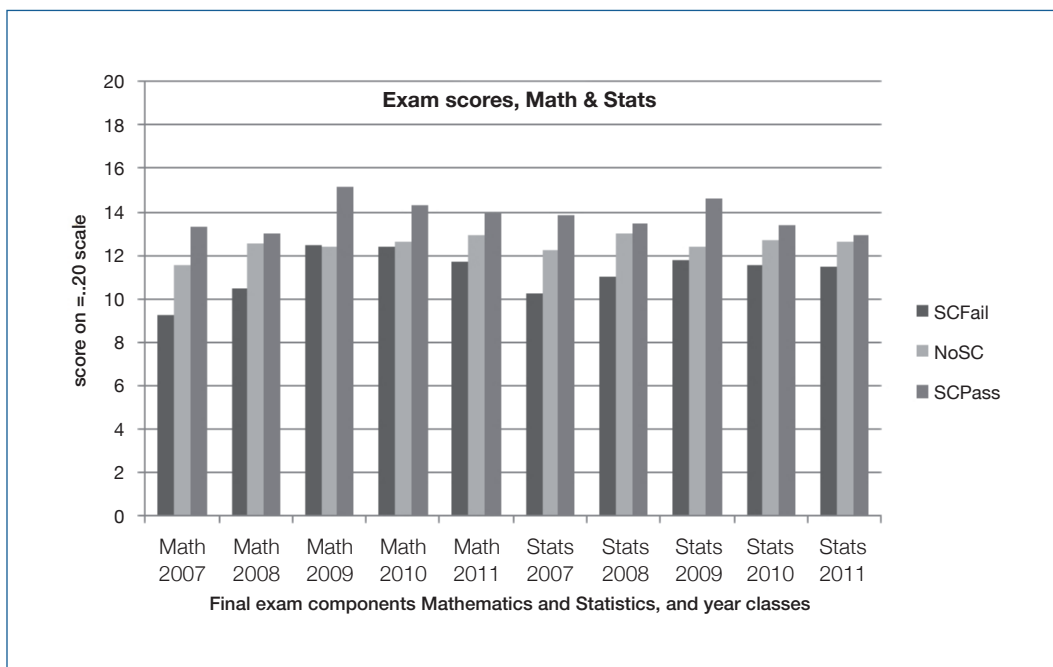


Figure 8. Score in final mathematics exam and final statistics exam, by summer course participation

The strongest effects are visible in Figure 9, containing the passing rates for the QM course. Since most students score in the region of 55% (required to pass), the effects of summer course participation are stronger on passing rates than on absolute score. Differences in passing rates between successful summer course participants and non-participants are statistically significant at 1% level in all class years except for 2008, where significance is at the 10% level.

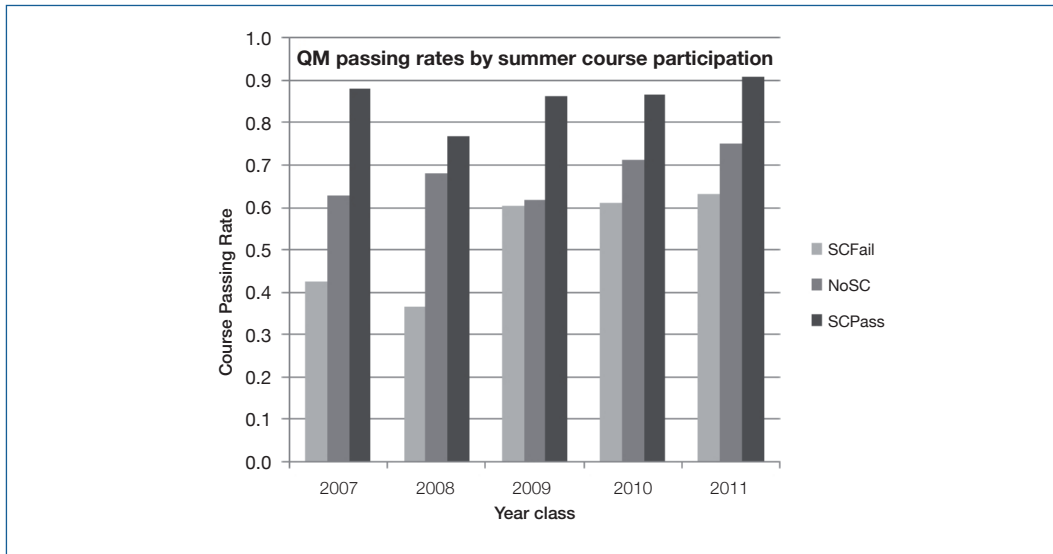


Figure 9. QM passing rate, by summer course participation

## Prior education and summer course participation, and the 3TU entry test

In order to properly disentangle the combined effects of prior mathematics education and summer course participation, it is necessary to analyse the effect of bridging education separately for students of each of the different types of prior education. Figure 10 provides the outcomes of one sample of such an analysis.

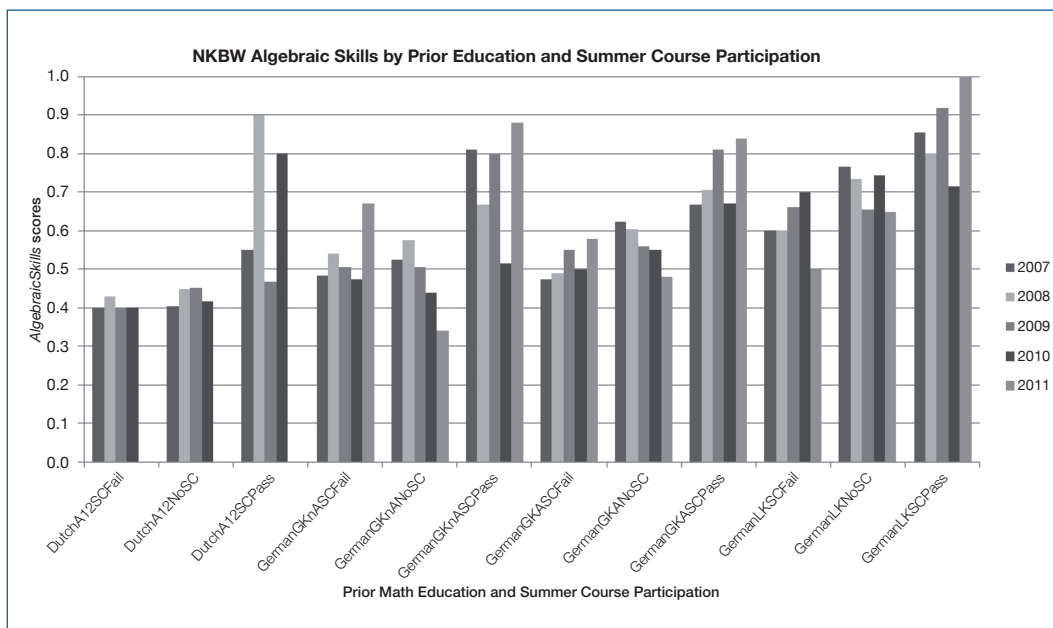


Figure 10. AlgebraicSkills scores in the 3TU entry test, by prior education and summer course participation

Since only a minority of students participated in bridging education, comparison is restricted to those prior education categories that had a sufficient number of students (five) in each of the three categories *NoSC*, *SCFail* and *SCPass*. Prior education categories that satisfy that constraint are DutchA12, GermanGKnA, GermanGKA and GermanLK. With the exception of the last category, these are all categories of basic tracks of mathematics education. German students are overrepresented, partly because many German students interrupt their studies after finishing high school and go to university only after a break of often two or more years. These students, even if educated at advanced level, regard the summer course as an effective refresher of their mathematics mastery. For all four prior education categories, Figure 10 contains three panels, corresponding to failing, non-participation and passing the summer course. As expected, we observe that entry test scores demonstrate both a prior education effect and a summer course participation effect. The summer course effect seems to be weakest among advanced track students, which is no surprise: beyond some refreshment, these students cannot gain much from participating in the bridging course. Stronger effects are to be found for students educated at the basic level. But beyond the systematic differences, there is more sampling variability present, due to smaller samples, which makes interpretations from these decomposed data less easy.

### Cluster analysis of 3TU entry test scores

A very different approach to analysing data derived from entry test takes is to look at groups of students with similar score patterns for the different items in the test. We did this by applying cluster analysis; Figure 11 contains a graphical representation of the outcomes of such a cluster analysis.

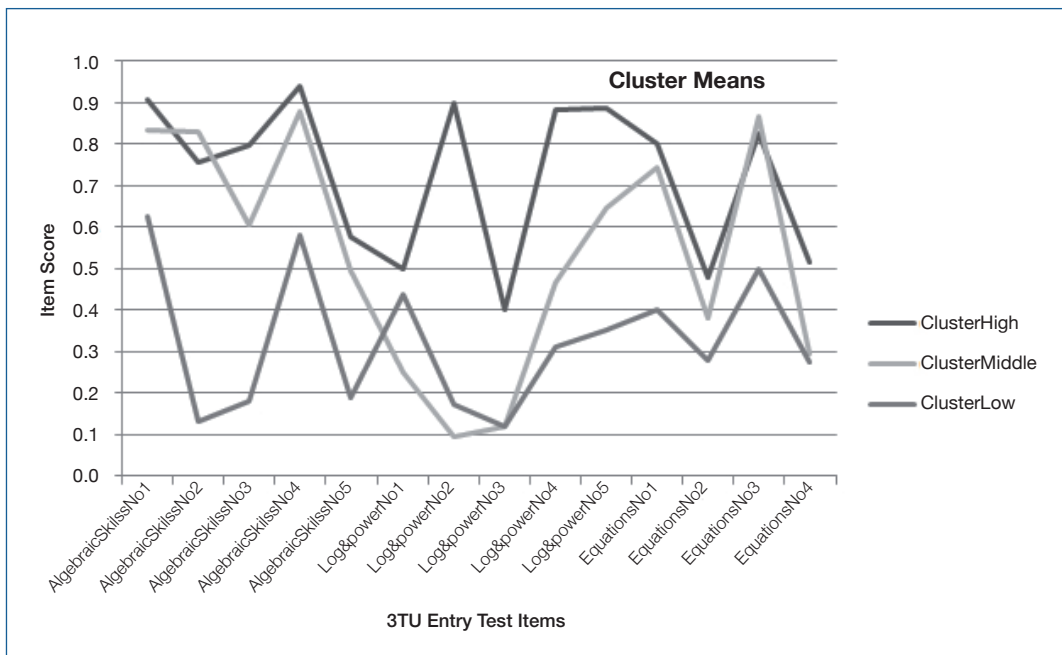


Figure 11. Clustering of students in high, middle and low clusters based on five years of 3TU test takes

The analysis is performed on all test takes together, by adding all five cohorts. In the analysis, each student is allocated to one of three clusters, where the clusters are calculated to maximize variation between clusters and to minimize variation within clusters. Such cluster analysis can be repeated within each of the prior education groups; in this contribution, we shall limit ourselves to the outcomes of cluster analysis applied to all groups together. In most of these cluster analyses, distinguishing three clusters works quite well and, in most cases, these clusters are easily interpretable. As one can see from Figure 11, the clusters represent high scoring students, low scoring students, and a group of students whose performance is between the two. The latter middle group is by far the most interesting one, especially since the students perform similarly to the high scoring students for some items, and similarly to the low scoring students for other items. In Figure 11, students in the middle cluster score similarly to those of the high cluster for items belonging to the *AlgebraicSkills* section, with the third item (discussed earlier) as a potential exception. In contrast, students in the middle cluster score similarly to students in the low cluster, or even lower, in items in the *Log&power* section. They score highly again in the *Equations* section, especially on the third item, which requires them to find the zeros of a standard quadratic equation. Deviant patterns are here for the second question, which acts as a kind of trick questions: it asks for the number of different zeros of a third order polynomial, in which two zeros coincide. And the last question, where beyond solving an equation, students need to know how to find a tangent line. In short, middle cluster students act on the same level as high cluster students when items can be solved by the straightforward application of regular solution strategies taught in high school, but fall back to the level of low cluster students when items deviate from the regular pattern of class exercises.

## Conclusions and discussion

The repeated use of formative, diagnostic tests is a crucial component of any mathematics e-learning program, providing the feedback required for the optimal steering of individual learning. The use of broad 'interim' assessments for these purposes brings many additional advantages. First, it allows the strengths and weaknesses of different prior education tracks to be distinguished for programs attracting large numbers of international students educated in very different high school programs. Second, when the heterogeneous inflow is accommodated by implementing bridging education, it allows the effects of prior education and of remedial education to be properly disentangled. Finally, it allows different clusters of students with very different patterns of mathematics mastery to be distinguished. Doing so provides important information – beyond that for the individual students – for instructional planning, for regular curriculum design, for the implementation of bridging programs, for the streaming of education and even for admission regulations. Inferential statistical analyses indicate that first-year students using these formative assessments and participating in the summer course (based on such a formative assessment strategy) are substantially more successful (in the sense of statistical significance) than students who do not.

Both students and instructors evaluate the facilities of online formative assessment as highly positive. However, it is difficult to assess the evaluation of the developmental and placement functions of formative assessment separately from the evaluation of the achievement functions. As in many other programs, online formative assessment is introduced together with online low-stakes testing in the form of quizzes. Positive evaluation of formative assessment is therefore not to separate from the appreciation of low-stakes testing and the availability of online tools to prepare these quizzes.

Future research will have a dual focus. First, formative tests, specifically entry tests, provide crucial feedback with regard to the mathematics proficiency of students from different backgrounds. Given the recent major reform in Dutch secondary mathematics education, longitudinal monitoring of the mathematics proficiency of prospective students from different secondary education systems will continue to serve an important function. Second, future research will focus on the role formative tests can play in both providing continuous and instantaneous feedback to students, and in making education itself more adaptive, with the aim – in both instances – of optimising the learning process.

## Acknowledgments

The authors would like to thank the Dutch SURF for funding the ONBETWIST project as part of the national Testing and Test-Driven Learning program, which enabled this research project.

## References

- BEATTY, A. (Rapporteur) (2010). *Best Practices for State Assessment Systems Part I: Summary of a Workshop*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- BRANTS, L.; STRUYVEN, K. (2009). "Literature review on online remedial education: A European perspective". *Industry and Higher Education*. Vol. 23, No 4, 269-276.
- DOIGNON, J. P.; FALMAGNE J. C. (1999). *Knowledge spaces*. Berlin: Springer.
- DONOVAN, M. S.; BRANSFORD, J. D. (eds) (2005). *How Students Learn: Mathematics in the Classroom*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- FALMANGE, J.; COSYN, E.; DOIGNON, J.; THIÉRY, N. (2004). *The assessment of knowledge, in theory and in practice*. [Accessed: 1 December 2010].  
<[http://www.aleks.com/about\\_aleks/Science\\_Behind\\_ALEKS.pdf](http://www.aleks.com/about_aleks/Science_Behind_ALEKS.pdf)>
- HATTIE, J. (2008). *Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- JUAN, A. [et al.]. (2011). "Teaching Mathematics Online in the European Area of Higher Education: An instructors' point of view". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 42, No 2, pages 141-153.



- PELLEGRINO, W.; CHUDOWSKY, N.; GLASER, R. (eds) (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. Washington, D. C.: National Academy Press.
- RIENTIES, B. [et al.] (2011). "Describing the current transitional educational practices in Europe" [submitted article]. *Interactive Learning Environments*.
- TAYLOR, J. A. (2008). "Assessment in First year university: A model to manage transition". *Journal of University Teaching & Learning Practice*. Vol. 5, No 1.
- TEMPELAAR, D. T.; RIENTIES, B. (2008). "Remediating summer classes and diagnostic entry assessment in mathematics to ease the transition from high school to university". In: *Proceedings of Student Mobility and ICT: Can E-LEARNING overcome barriers of Life-Long Learning*. Maastricht: FEBA ERD Press. Pages 9-17.
- TEMPELAAR, D. T. [et al.] (2006). "An online summer course for prospective international students to remediate deficiencies in math prior knowledge: The case of ALEKS". In M. Seppällä; O. Xambo; O. Caprotti (eds). *Proceedings of WebALT2006*. Technical University of Eindhoven: Oy WebALT Inc. Pages 23-36.  
<[http://webalt.math.helsinki.fi/webalt2006/content/e31/e157/e161/6\\_zDR2j2uQcB.pdf](http://webalt.math.helsinki.fi/webalt2006/content/e31/e157/e161/6_zDR2j2uQcB.pdf)>
- TEMPELAAR, D. T. [et al.] (2011). "Mathematics bridging education using an online, adaptive e-tutorial: preparing international students for higher education". In: A. A. Juan; M. A. Huertas; S. Trenholm; C. Stegmann (eds). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global.
- TRENHOLM, S. [et al.] (2011). "Long-Term Experiences in Mathematics E-Learning in Europe and the USA". In: A. A. Juan; M. A. Huertas; S. Trenholm; C. Stegmann (eds), *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. Hershey, PA: IGI Global. Pages 236-257.
- WANG, K. H.; WANG, T. H.; WANG, W. L.; HUANG, S. C. (2006). "Learning styles and formative assessment strategy: enhancing student achievement in Web-based learning". *Journal of Computer Assisted Learning*. Vol. 22, No 3, pages 207-217.

## About the Authors

*Dirk T. Tempelaar*

D.Tempelaar@MaastrichtUniversity.nl

Maastricht University School of Business & Economics

Dirk Tempelaar is a senior lecturer in the Department of Quantitative Economics at the Maastricht University School of Business & Economics, the Netherlands. His main teaching is in quantitative methods: introductory mathematics and statistics courses for students in business, economics and liberal arts. He has also designed preparatory mathematics and statistics courses directed at prospective students. These online remedial courses have taken place in all summers since 2003. Related to these initiatives, he has been actively involved in various national and European projects concerned with online, remedial mathematics learning. He coordinates the effect research division of the SURF *Onbetwist* project.

Maastricht University School of Business & Economics

Tongersestraat 53 - Room A2.20

6211 LM Maastricht

The Netherlands

*Boudewijn Kuperus*

B.Kuperus@MaastrichtUniversity.nl

Maastricht University School of Business & Economics

Boudewijn Kuperus is currently a student on the Econometrics and Operations Research master's programme at Maastricht University. He is also a teaching assistant on statistics courses. After initial studies in regular economics, he shifted towards the disciplines of biomedicine and psychology, which resulted in several years of work experience and another bachelor's degree. He has recently returned to the field that he initially pursued, that of mathematics and economics.

Maastricht University School of Business & Economics

Tongersestraat 53 - Room A2.20

6211 LM Maastricht

The Netherlands

*Hans Cuypers*

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Eindhoven University of Technology

Hans Cuypers is an associate professor of Mathematics at Eindhoven University of Technology. He is leading the group in Discrete Mathematics. Besides his research in group theory and discrete and finite geometry, he is also interested in computer mathematics, focusing on interactive mathematical documents. Under his guidance, the software system MathDox, an open-source system for presenting highly interactive mathematical documents and exercises, has been developed. He has been actively involved in various national and European projects concerned with mathematics e-learning, and is the general coordinator of the SURF *Onbetwist* project.

Technische Universiteit Eindhoven

Den Dolech 2

5612 AZ Eindhoven

The Netherlands

*Henk van der Kooij*

[h.vanderkooij@uu.nl](mailto:h.vanderkooij@uu.nl)

Freudenthal Institute, Utrecht University

Henk van der Kooij is a member of the Freudenthal Institute for science and mathematics education (Flsme), Utrecht University. His main interests are mathematics education for senior high school, the bridge (or bridging the gap) between high school and higher education, assessment of mathematical skills and mathematics for the workplace. After being a teacher in a senior high school for 15 years, he changed to curriculum development work at Flsme. He also served as a manager of national exams for natural sciences and mathematics for the National Examination Board in the Netherlands. He coordinates the test development division of the SURF *Onbetwist* project.

Universiteit Utrecht

P.O. Box 80125

3508 TC Utrecht

The Netherlands

*Evert van de Vrie*

Evert.vandeVrie@ou.nl

Open University in the Netherlands

Evert van de Vrie is a lecturer in Mathematics at the Open University in the Netherlands. His interests are discrete mathematics and cryptology, parts of the computer science curriculum. He is involved in projects and activities supporting students starting in higher education with a lack of prior mathematics knowledge. Within the Open University, he coordinates the mathematics preparation courses. In the Netherlands, he was involved in several cooperative projects among Dutch universities in this area. He participates in *MathBridge*, a European project realising online remedial courses in mathematics, and coordinates the educational experiments division of the SURF *Onbetwist* project.

Open Universiteit

P.O. Box 2960

6401 DL Heerlen

The Netherlands

*André Heck*

A.J.P.Heck@uva.nl

University of Amsterdam

André Heck is a lecturer in Mathematics at the University of Amsterdam, and an expert in the construction of advanced mathematical tests within the Maple T.A. environment. He is the author of the book *Introduction to Maple*. Based on this expertise, he has contributed to several national projects directed at online testing and remedial e-learning in mathematics, such as the projects *WebSpijkeren* and *MathMatch*, and coordinates the dissemination division of the SURF *Onbetwist* project.

Universiteit van Amsterdam (UvA)

Spui 21

1012 WX Amsterdam

The Netherlands



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.



**Dossier “Mathematical e-learning”**

## ARTICLE

# A Knowledge-Skill-Competencies e-Learning Model in Mathematics

**Dr Giovannina Albano**

galbano@unisa.it

Faculty of Engineering, University of Salerno

Submitted in: July 2011  
Accepted in: November 2011  
Published in: January 2012

**Recommended citation**

ALBANO, Giovannina (2012). “A Knowledge-Skill-Competencies e-Learning Model in Mathematics”. In: “Mathematical e-learning” [online dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 306-319 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-albano/v9n1-albano-eng>>

ISSN 1698-580X

**Abstract**

This paper concerns modelling competence in mathematics in an e-learning environment. Competence is something complex, which goes beyond the cognitive level, and involves meta-cognitive and non-cognitive factors. It requires students to master knowledge and skills and at least some measurable abilities, which Niss calls ‘competencies’. We present a model that exploits the innovative technological features of the IWT platform to define a personalised learning experience allowing students to increase their competence in mathematics. It is based on knowledge and skills representations by means of a graph metaphor, and on a theoretical framework for modelling competence.

**Keywords**

mathematics learning, knowledge, skill, competence, competency, e-learning

## *Conocimientos, destrezas y competencias: un modelo para aprender matemáticas en un entorno virtual*

### **Resumen**

*Este trabajo se centra en la competencia matemática en un entorno de aprendizaje virtual. La competencia es algo complejo, que trasciende el nivel cognitivo, e implica factores metacognitivos y no cognitivos. Exige de los estudiantes su dominio sobre conocimientos y destrezas y, por lo menos, sobre algunas capacidades medibles, a las que Niss llama «competencias específicas» [competencies]. El modelo que presentamos utiliza las innovadoras características tecnológicas de la plataforma IWT para definir una experiencia de aprendizaje personalizado que permite a los estudiantes aumentar su competencia en matemáticas. Se basa en la representación de conocimientos y destrezas mediante metáforas gráficas y en un marco teórico para modelar la competencia.*

### **Palabras clave**

*aprendizaje de matemáticas, conocimientos, destrezas, competencia, competencia específica, aprendizaje virtual*

## 1. Introduction

Competence in mathematics is something complex, hard to define, which requires students to master not only knowledge and skills, but at least some measurable abilities, which Niss calls 'competencies' (detailed in section 2). In this paper we face the problem of mathematics teaching-learning in an e-learning environment, with particular respect to competencies. The author has extensive experience in undergraduate blended courses supported by the e-learning platform IWT (Intelligent Web Teacher), which allows personalised Units of Learning (UoLs) for each learner to be created and delivered by means of an explicit knowledge representation (see section 3). The latter has been improved in order to make a clear distinction between knowledge and skills (Albano, 2011a). Competency modelling requires a different approach and further work, since it is based on knowledge and skills and goes beyond the cognitive and meta-cognitive levels of both. In this paper, starting from the assumption that the learning of competencies comes from the engagement of learners in suitable Learning Activities (LAs), we propose a model that is able to generate and update suitable *templates* associated with the learning of a certain competency. Moreover, we give a complete framework of how the knowledge-skill-competency model should work in the IWT context. In particular, the IWT learning personalisation features can be exploited to personalise the delivery of LAs, so as to engage learners in those activities that best match their individual cognitive states and learning preferences.

The paper is organised as follows: sections 2 and 3 give an overview of the theoretical and technological frameworks, respectively; section 4 describes a model for knowledge and skills in mathematics learning, based on a multi-level graph representation of the domain; section 5 describes a model for competencies, framed in Dubinsky research on undergraduate mathematics education (RUME); section 6 shows how the three models work and integrate; section 7 analyses

costs and benefits; section 8 explores the opportunities for future research; and section 9 draws some conclusions.

## 2. Theoretical framework

Many authors (Weinert, 2001; D'Amore, 2000; Godino, J.; Niss, 2003) have tried to explain competence in mathematics. According to Niss (2003), "possessing mathematical competence means having knowledge of, understanding, doing and using mathematics". All these authors agree that it is not something to be taught; rather, it is a long-term goal for the teaching-learning process. It is something complex and dynamic, which requires mathematics domain knowledge of a declarative-propositional type and of a procedural type, that is, knowledge (to know) and skill (to know how), but at the same time goes beyond cognitive factors. Table 1 shows a list of some basic requirements for the distinction between knowledge and skills:

Table 1. Classification of the main types of mathematical content.

<i>Content type</i>	<i>Knowledge</i>	<i>Skill</i>
Definition	Statement	Procedure/computation
Theorem Theorem	Statement Proof	Procedure/computation Procedure/computation
Algorithm Example (counter)	Description	Performance of the algorithm
Exercise Problems		Computational skills Solving standard problems

In order to make the notion of mathematical competence more factual, we can consider a mathematical competency as a clearly recognizable distinct major constituent in mathematical competence (Niss, 2003). Niss has distinguished eight characteristic cognitive mathematical competencies, adopted by PISA 2009 (OECD, 2009). They correspond to relational mathematics (Skemp, 1976), which consists of reasoning, thinking, problems, and processes. This is reflected by 'relational comprehension', which means to know why. The following table lists them in two clusters (Niss, 2003):

Table 2. Clusters related to cognitive mathematical competencies.

<i>The ability to ask and answer questions in and with mathematics</i>	<i>The ability to deal with mathematical language and tools</i>
Mathematical thinking competency	Representation competency
Problem handling competency	Symbols and formalism competency
Modelling competency	Communication competency
Reasoning competency	Tools and aids competency



### 3. Technological framework

From a technological viewpoint, we refer to the IWT platform that we used in our practices. It is a software platform for distance learning, equipped with Learning Content Management System (LCMS) and adaptive learning system features. It allows teaching-learning experiences to be both personalized and collaborative by means of the explicit representation of knowledge and the use of Web 2.0 techniques and tools. Realized at the Italian Pole of Excellence on Learning & Knowledge and marketed by MOMA<sup>1</sup>, this platform, which is not open source, has been adopted by various Italian universities and high schools.

#### 3.1 The main features of IWT

Personalisation of the learning process is made possible in IWT by means of three models: Knowledge, Learner, Didactic.

The Knowledge Model (KM) is able to intelligibly represent the computer and the information associated with the available didactic material. It makes use of:

1) Ontologies, which allow the formalization of cognitive domains through the definition of concepts and relations between the concepts. They consist of graphs, whose nodes are the concepts of the cognitive domain and whose edges represent the relations HasPart, IsRequiredBy and SuggestedOrder, designed by domain experts using a specific editor available in IWT (Figure 1).

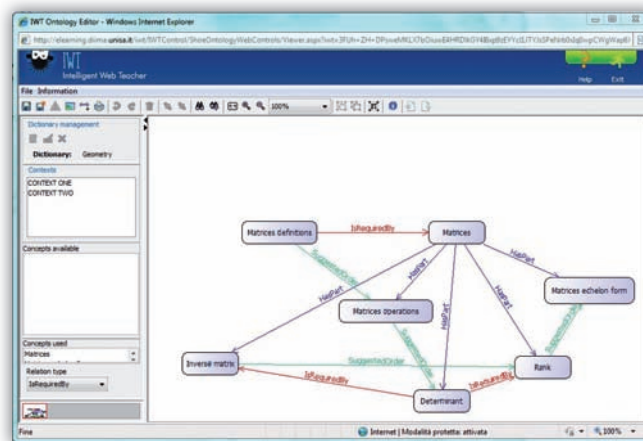


Figure 1. An example of an ontology for the topic Matrices.

2) Learning Objects (LOs), consisting of “any digital resource that can be reused to support learning” (Wiley, 2000).

3) Metadata, which are descriptive information tagged to each LO in order to associate it with one or more concepts in an ontology (Figure 2, red box). Further information refers to educational

1. <http://www.momanet.it/index.php?lang=en>

parameters such as LO typology (video, text, slide, etc.), context (high school, college, training, etc.), type of interaction (expositive, active, mixed) and its level, difficulty and semantic density.

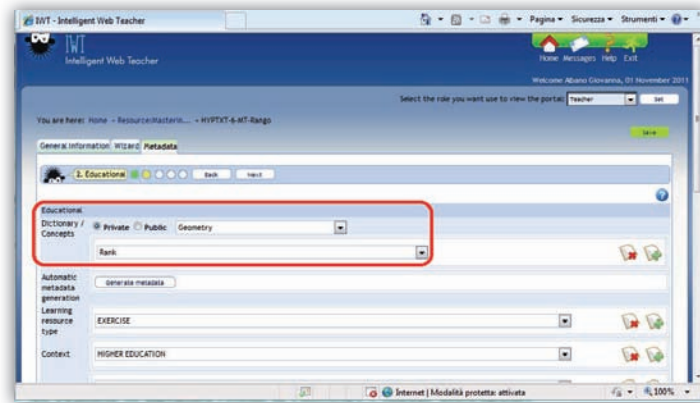


Figure 2. An example of metadata (zoom on Ontology/Concept association).

The Learner Model (LM) allows a user profile to be managed (Figure 3). The user profile automatically captures, stores and updates information on individual learners' preferences and needs (e.g., media, level of interactivity, level of difficulty, etc.) and their cognitive states (that is, concepts of a knowledge domain that have already been learnt).

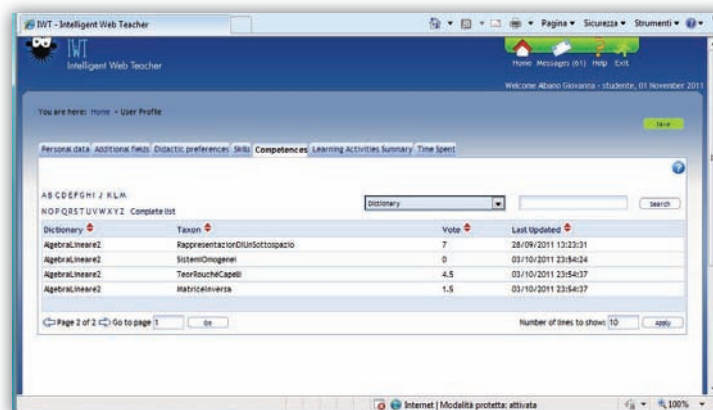


Figure 3. An example of a learner profile.

The Didactic Model (DM) refers to a pedagogical approach to learning (e.g., inductive, deductive, learning by doing, etc.). Currently, it is associated with specific LO typologies (for instance, a simulation refers to inductive didactic learning) and it is stored both in the LO metadata and in user profiles (as preferred LO typologies).

### 3.2. How IWT works

IWT allows both guided and self-regulated learning. The former consists of standard courses (e.g., Geometry, Calculus) and the latter allows learners to express their learning needs in natural language (e.g., learning to solve linear systems). In both cases, IWT gives rise to tailored UoLs, taking advantage

of the previous models (Albano, 2011b; Albano et al., 2007; Gaeta et al., 2009). Domain experts (i.e., teachers) first define a number of suitable specifications for courses or learning needs, choosing or editing a suitable ontology for the course topics. They then set suitable learning goals (e.g., one or more target concepts on the chosen ontology) and finally choose certain parameters for the teaching flow (e.g., pre-test, how many intermediate tests, educational context). The UoL is generated at run-time from IWT, when a student accesses it for the first time, through the following steps: the ontology is used to create the list of concepts needed to reach the target concepts of the course, then user profile information allows this list to be updated according to the cognitive state, and the LOs to be chosen. These LOs are those whose metadata best match the learner preferences. Further, the UoL is dynamically updated according to the outcomes of intermediate tests.

## 4. Multi-level graphs to model knowledge and skills learning

The current use of ontology in IWT corresponds to a rough version of teaching according to 'fundamental nodes'. With this term we refer to "those fundamental concepts which occur in various places of a discipline and then have structural and knowledge procreative value" (Arzarello et al., 2002). In mathematics education, teaching by fundamental nodes means "to weave a conceptual map, strategic and logic, fine and smart" (e.g., Figure 4), where each concept is the goal of a complex meshed system, where no concept stands completely alone and each of them is part of a relational web rather than a single "conceptual object" (D'Amore, 2000).

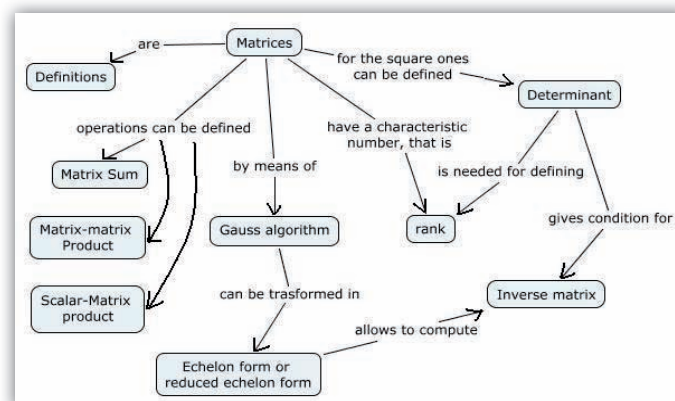


Figure 4. An example of a conceptual map for the topic Matrices.

As we can see, the distinction between the knowledge and the skill levels is made clear by the relations between the nodes (i.e., the edges). Edges in IWT ontologies cannot do the same. So the two levels are flattened onto the nodes, thus associating LOs for both of them.

In order to overcome this restraint, we propose the use of a multi-level graph representation (Albano, 2011a). At the first level, the fundamental nodes are seen as 'roots' of a further two graphs (ontologies), where the levels of knowledge and skill are made explicit.

- Knowledge level (Figure 5), where the nodes correspond to definitions, theorems, examples, etc. (Table 1), and the possible relations, mandatory (continuous lines) or not (discontinuous lines).

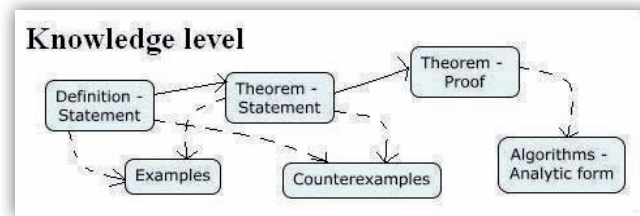


Figure 5. Generic ontology at the knowledge level.

- Skill level (Figure 6): where the nodes correspond basically to computational methods and standard problem-solving capabilities (Table 1).

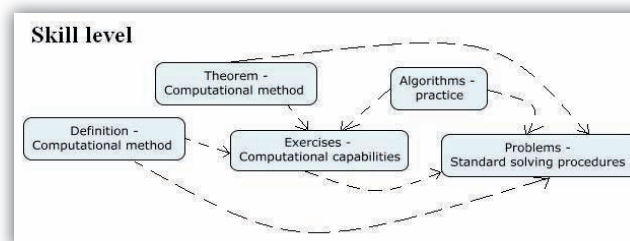


Figure 6. Generic ontology at the skill level.

Moreover, a third level related to competencies can be devised:

- Competency level: where the nodes correspond to those competencies for the fundamental node 'root' (Table 2).

In the following section, we shall take the competency level and its modelling into consideration.

## 5. Dubinsky's cycle to model competency learning

According to the theoretical framework, we assume that competencies develop from students' engagement in LAs. This is why, in order to model competencies, we refer to Dubinsky's RUME framework (Asiala et al., 1996). It consists of a cycle of three interrelated elements, which are theoretical analysis, instructional treatment and data collection/analysis.

Let us see what they mean in our context. Starting from a concept, we can single out one or more associated competencies. Then, we can implement a LA aimed at getting students to practice them. Thus, we can start the cycle described below:

## Theoretical analysis

The theoretical analysis aims to propose a competency learning model, that is, a description of mental construction processes used by learners in their understanding of the competency, called Genetic Decomposition (GD). Such GD is strictly dependent on the content to which the competency is applied (e.g., representation competency has a different meaning if it concerns a set of real numbers or the lines in a 2D space) and it is not necessarily unique with respect to fixed content (Figure 7).

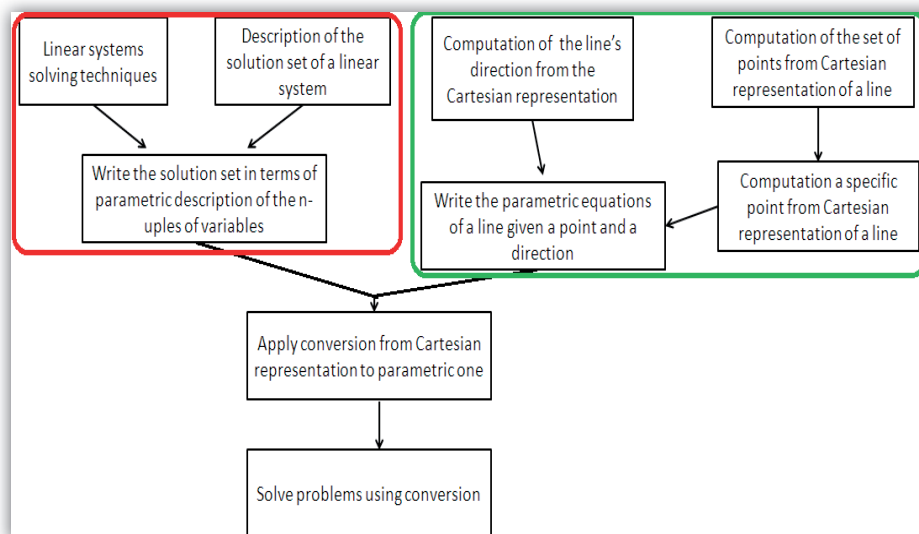


Figure 7. Example of algebraic (on the left) and geometric (on the right) genetic decomposition for a given competency.

Moving along a GD, the mechanism for practicing and constructing mathematical competency is described in terms of the following four elements (APOS):

- *Action*: a transformation generated as a reaction to external stimuli (physical or mental).
- *Process*: the interiorisation of the object, so that transformations can be mentally imagined.
- *Object*: the encapsulation of the process, due to reflections on operations applied to a particular process, making the individual aware of the process in its totality.
- *Schema*: objects and processes can be organized in a coherent collection, explicating the interconnections between them and giving rise to what is called a 'schema'. A schema represents an individual's knowledge of a competency and it is invoked in order to understand, deal with and face a perceived situation involving that competency.

Given a competency, its GD together with the related APOS give rise to a Learning Scenario (LS) suitable for a learner to practice and master such a competency.

## Instructional treatment

Theoretical analysis indicates a specific LS to be fostered by instruction. This means designing instruction for a LA associated with a LS, which enables students to construct the appropriate actions, processes, objects and schemata. Such instruction can be described using a specific language for learning design (for instance, IMS-LD 2003) allowing the description of an activity workflow associated with the LS. These workflows include the definition of actions, processes, pedagogical strategies and specific environments comprising sets of LOs and services (forum, chat, calendar, virtual classroom, access to maths engines, etc.). The outcome of this phase will be one or more *templates* for a LA associated with a fixed LS. The *templates* also contain descriptive information in order to associate a LA with both a competency and to one or more concepts in an ontology (at knowledge and/or skill level).

## Data collection/analysis

Once the instruction is implemented and experienced by students, observations and analysis of learning results in terms of theoretical expectations are needed. This means examining whether students have made the mental constructions predicted by the theoretical analysis or whether they have used alternative constructions. The data are used to validate the theoretical analysis and the consequent instruction treatment. Appropriate adjustments or a complete revision can be made.

## 6. How the new models work

From the above sections, we can sketch out the following Figure 8.

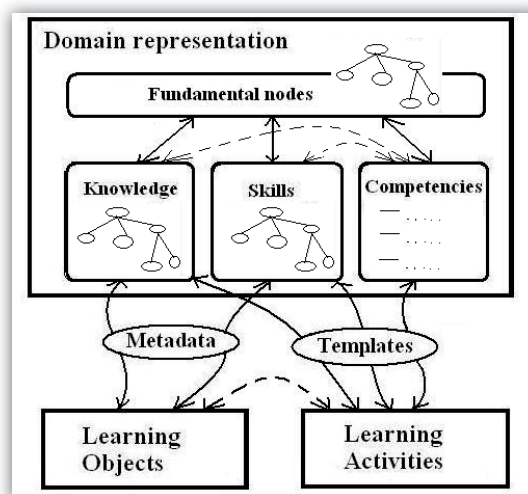


Figure 8. Model of learning experience generation.

Domain representation in the platform will consist first of all of an ontology on fundamental nodes, and then further levels of ontologies (knowledge and skills) and a database of competencies are devised.

Taking into consideration both guided and self-regulated learning, let us see how the new domain representation impacts on them. Concerning the former, the UoL corresponding to the standard course differs from the ones described in section 3.2 with respect to two aspects:

- The selection of target concepts can be specified at one or more ontology levels and the learning path will develop from the merging of the lists generated at each level; then the process continues as previously shown.
- The UoL will be enriched by engaging learners in LAs corresponding to selected competencies in the third level of domain representation (sections 4 and 5). The choice of LAs will be guided by the best match between a *template's* descriptive information and a user profile.

Concerning self-regulated learning, the models are also able to meet learners' needs with respect to competencies (e.g., to learn proving statements). In this case, from among the available LAs, the platform selects the ones that best match the needs expressed by learners and, at the same time, that refer to concepts (in an ontology) already present in their cognitive states. In any event, a pre-test on such concepts can be done and a tailored UoL can be offered to each learner in order to bridge the gap if necessary.

## 7. Costs, benefits and feedback

In traditional teaching, teachers are, at one and the same time, the authors, tutors and evaluators of their courses. In an e-learning environment, we can explicitly distinguish the roles of author and tutor. Authors are collective subjects possessing all the skills required for the preparation of teaching materials in a digital context; they are not only experts with competencies in general and discipline-specific education, but also professionals with technical capabilities in ICTs, management and pedagogy. Tutors can be human or artificial agents to give students the right scaffolding needed to reach the desired educational goals. Teachers can assume one or more roles, including that of author, according to their expertise. For instance, in the case of our courses at the University of Salerno, teachers act as domain experts in Geometry or Calculus and have designed the related ontologies (by means of a user-friendly graphical tool, shown in Figure 2). They have also designed various LOs (from hypermedia to structured video and dynamic exercises with *Mathematica*<sup>2</sup>) and supervised their implementation by suitable technical staff.

While the work of an author in an e-learning context may seem tougher (since it also requires technical capabilities) than that of a teacher in traditional lectures, there are some considerable advantages, including:

---

2. [www.wolfram.com](http://www.wolfram.com)

- Reusability: ontologies, LOs and *templates* constitute a repository available to all authors using the platform (not only to the owner).
- Continuous enrichment of the learning pool: this is a direct consequence of the previous item, as every teacher can take advantage of the others' work, thus benefitting from the chance to use much more material than they are individually capable of producing.
- Support for diversity in students' learning methods: the personalisation of teaching is not possible at undergraduate level, especially with large classes of freshers, but blended courses that combine face-to-face classes and distance mathematics instruction/learning can bridge the gap.
- Automatic learning tracking data: for both individuals and groups. Their analysis provides a great deal of information at the domain level (e.g., topics with intrinsic difficulty) and at learning level (e.g., basic shortcomings) so that adjustments can be made in the design/implementation of LOs and LAs.

Regarding students, we can make some considerations on the basis of our experience at the University of Salerno. Over the last few years, some mathematics courses at the University of Salerno have been IWT supported. Traditional classes have been supported by distance instruction, consisting of tailored UoLs (section 3.2) and teacher-driven cooperative or individual learning activities (whose formalisation, and the generalisation of the latter, has given rise to the model in section 5). Apart from the grades obtained in exams, we submitted questionnaires to students engaged in blended classes in order to investigate outcomes concerning meta-cognitive and non-cognitive levels. We essentially found that LAs have fostered a change in their working methods: going into depth as a standard practice, broadening perspectives, changing attitudes towards learning, focusing on relevant activities, organizing homework timetables and giving continuity to their work. Besides changing their working methods, they begin to grasp mathematical meanings and improve their ways to tackle problems, which were our main goals. Then their attitudes towards mathematics change (even those of individuals who are not usually successful at mathematics), thus initiating a productive learning process.

## 8. Future trends

We plan to continue our research on the knowledge-skill-competency model. Implementation on a platform requires details to be investigated, and integration with IWT algorithms for the automatic generation of personalised UoLs poses new open problems, such as:

- Investigation into tools useful for instructional treatment: it would be very interesting to have the chance to choose, at run-time, LOs involved in LAs, taking account of the assigned metadata.
- Investigation into the possibilities of LA interconnection with UoLs needed as prerequisites.



- Definition of competency assessment procedures according to the requirements of PISA (OECD, 2009), both in closed and open form (Albano, 2011b; Albano et al., 2008).
- Integration of the outcomes of competency open assessment to automatically update the UoLs and choose subsequent LAs.

## 9. Conclusions

In the context of mathematics e-learning, in this paper we have focused on competency learning. Assuming that competencies develop from learners' engagement in LAs, we have proposed a model apt to generate learning experiences, which can be further tailored to individual learners according to their user profiles. This model supplements the knowledge and skill models based on multi-graphs. All three models interact in order to generate a knowledge-skill-competencies model capable of creating and delivering personalised UoLs consisting of collections of LOs or LAs. The IWT platform has been used to validate the models in undergraduate courses. The outcomes show that students improve their ways of tackling mathematics problems or studying, while changing their attitudes towards mathematics.

## References

- ALBANO, G. (2011a). "Knowledge, Skills, Competencies: a Model for Mathematics E-Learning". In: R. Kwan; C. McNaught; P. Tsang; F. L. Wang; K. C. Li (eds). *Enhancing Learning Through Technology: International Conference, ICT 2011, Hong Kong, July 11-13. Proceedings (Communications in Computer and Information Science)*. CCIS 177. ISBN: 978-3-642-22382-2. Springer Heidelberg. Pages 214-225.
- ALBANO, G. (2011b). "Mathematics education: teaching and learning opportunities in blended learning". In: A. Juan; A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies* [in press].
- ALBANO, G.; FERRARI, P. L. (2008). "Integrating technology and research in mathematics education: the case of e-learning". In: F. J. García-Peñalvo (ed.): *Advances in E-Learning: Experiences and Methodologies*. IGI Global. Pages 132-148.
- ALBANO, G.; GAETA, M.; RITROVATO, P. (2007). "IWT: an innovative solution for AGS e-Learning model". *International Journal of Knowledge and Learning*. Vol. 3, No 2/3, pages 209-224.
- ARZARELLO, F.; ROBOTTI, O. (2002). *Matematica*. Brescia: La Scuola.
- ASIALA, M.; BROWN, A.; DEVRIES, D. [et al.] (1996). "A Framework for Research and Curriculum Development in Undergraduate Mathematics Education". *CBMS Issues in Mathematics Education*. Vol. 6.
- D'AMORE, B. (2000) "La complessità dell'educazione e della costruzione dei saperi". *Riforma e didattica*. No 4, pages 35-40.
- GAETA, M.; ORCIUOLI, F.; RITROVATO, P. (2009) "Advanced Ontology Management System for Personalised e-Learning". *Knowledge-Based Systems*. Special issue. Vol. 22, Iss. 4, pages 292-301.

- GODINO, J. (2002). "Competencia y comprensión matemática: ¿Qué son y cómo se consiguen?". *Uno*. Vol. 8, No 29, pages 9-19.
- NISS, M. (2003). "Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project". In: A. Gagatsis; S. Papastavridis (eds). *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Mediterranean Conference on Mathematical Education*. Athens: Hellenic Mathematical Society. Pages 115-124.
- OECD (2009). *PISA 2009 Assessment Framework - Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*. [Accessed: 28 January 2011].  
<<http://www.oecd.org/dataoecd/11/40/44455820.pdf>>
- SKEMP, R. (1976). "Relational understanding and instrumental understanding". *Mathematics Teaching*. No 77, pages 20-26.
- WEINERT, F. (2001). "Concept of competence: a conceptual clarification". In: D. Rychen; L. Salgenik (eds). *Defining and electing key competencies*. Seattle, Toronto, Bern, Göttingen: Hogrefe & Huber Publishers.
- WILEY, D. A. (2000). "Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy". In: D.A. Wiley (ed.). *The Instructional Use of Learning Objects*. [Accessed: 18 February 2010].  
<<http://reusability.org/read/chapters/wiley>>

## About the Author

Giovannina Albano

galbano@unisa.it

Faculty of Engineering, University of Salerno

Assistant professor of Geometry in the Faculty of Engineering at the University of Salerno, Italy. She holds a doctorate in Applied Mathematics and Computer Science awarded by the University of Naples Federico II, and a bachelor of science in Mathematics, also awarded by the University of Naples Federico II. Her research interests include e-learning models as well as mathematics education in e-learning environments. She is the author of around 80 scientific papers published in international journals, books and proceedings in these fields. She was the Italian representative on the Working Party for Learning Policies within the IST Programme, V Framework Programme. She was the vice-project coordinator of the Centre of Excellence for Methods and Systems for Learning and Knowledge funded by the Italian Ministry of Universities and Research, and the scientific leader of the Virtual Scientific Experiments line of research. She participates in many Italian and European projects on education programmes.

Università degli Studi di Salerno

Via Ponte don Melillo

84084 - Fisciano (SA)

Italy



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.



**Dossier “Mathematical e-learning”****ARTICLE**

# Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics for Computer Science

**José Luis Ramírez**jlram@cenidet.edu.mx  
CENIDET (México)**Manuel Juárez**juarezmanuel@cenidet.edu.mx  
CENIDET (México)**Ana Remesal**aremesal@ub.edu  
Universitat de BarcelonaSubmitted in: July 2011  
Accepted in: November 2011  
Published in: January 2012**Recommended citation**

RAMÍREZ, José Luis; JUÁREZ, Manuel; REMESAL, Ana (2012). “Activity Theory and e-Course Design: An Experience in Discrete Mathematics for Computer Science”. In: “Mathematical e-learning” [online dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 320-339 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-ramirez-juarez-remesal/v9n1-ramirez-juarez-remesal-eng>>

ISSN 1698-580X

## Abstract

The aim of this article is to present a distance e-learning experience of mathematics in higher education. The course is offered as a remedial program for master's degree students of Computer Science. It was designed to meet the particular needs of the students entering the master's degree program, as a response to the lack of understanding of logical language which was identified in several previous cohorts of students at CENIDET. The course addresses mathematical abilities of comprehensive functional use of logical language as a basic ability to be developed for later successful participation in the Master of Computer Science and also for later use in professional contexts of Computer Engineering. Eighteen students distributed throughout Mexico volunteered to participate under the guidance of one instructor. The techno-pedagogical design of the course is grounded on two theoretical approaches. Content-related instructional decisions are supported by different concepts of the second generation of Activity Theory. The concept of Orienting Basis of an Action was particularly useful to define the skills the students were expected to develop. Instructional decisions related to the participants' interaction are underpinned by Slavin's Team Accelerated Instruction model. We present the course structure in detail and provide some student interaction excerpts in order to illustrate their learning progress.

## Keywords

e-learning, instructional design, higher education, discrete mathematics, activity theory, mathematical abilities

## *Teoría de la actividad y diseño de cursos virtuales: la enseñanza de matemáticas discretas en Ciencias de la Computación*

### *Resumen*

*El objetivo de este estudio es presentar una experiencia de aprendizaje virtual a distancia en el ámbito de la enseñanza de las matemáticas en educación superior. El curso se ofrece como programa de apoyo para alumnos de un máster de Ciencias de la Computación y está específicamente diseñado para satisfacer las necesidades de los estudiantes que iniciaban dicho programa, particularmente la falta de comprensión del lenguaje lógico detectada en varias promociones anteriores de los alumnos del CENIDET. El curso tiene como objetivo el desarrollo de la habilidad de uso del lenguaje lógico, la cual es básica para cursar con éxito el máster de Ciencias de la Computación, así como para su posterior aplicación en contextos profesionales relacionados con la Ingeniería computacional. Dieciocho estudiantes distribuidos por todo México participaron voluntariamente en el estudio bajo la dirección de un tutor. El diseño tecnopedagógico del curso se basa en dos premisas teóricas. Las decisiones didácticas relacionadas con el contenido se fundamentan en varios conceptos derivados de la segunda generación de la Teoría de la Actividad (TA). El concepto de «base de orientación para la acción» ha sido particularmente útil para definir las habilidades que se esperaba que desarrollaran los estudiantes. Las decisiones didácticas relacionadas con la interacción de los participantes se basan en el modelo de enseñanza acelerada en equipo de Slavin. A continuación se expone detalladamente la estructura del curso y se presentan algunos extractos de la interacción de los estudiantes para ilustrar su proceso de aprendizaje.*

### *Palabras clave*

*aprendizaje virtual, diseño didáctico, educación superior, matemática discreta, teoría de la actividad, habilidades matemáticas*

## 1. Introduction

Working with formalized or semi-formalized statements is often a challenge for many students of mathematics. A typical coping strategy is to read the statements informally, avoiding mathematical formalism. Unfortunately, an important loss of mathematical knowledge happens by using this strategy. Various researchers have linked these difficulties with: i) the negation of mathematical statements (Antonini, 2001; Durand-Guerrier, 2004); ii) the translation (formalization) of natural-language statements into the formal language of First Order Logic (FOL) (Barker-Plummer, Cox, Dale & Etchemendy, 2008); and iii) the identification of the logical structure of mathematical statements (Selden & Selden, 1996).

In the field of Computer Science (CS), there have been recent proposals to include Formal Methods in the curriculum. Students are now expected to develop skills to read and write formal specifications for professional practice (Boca, Bowen & Duce, 2006). However, although many of them first encounter formalized or semi-formalized mathematics in Discrete Mathematics (DM) courses, their instructors often expect them to master FOL already. Hence, the students face difficulties in understanding and communicating new and complex concepts in their discipline with semi-formalized texts. Consequently, they need specific help to develop the skills to read mathematical texts in different settings. A good presentation of content does not suffice; therefore, remedial courses in higher education must work towards the explicit development of this ability (Merisotis & Phipps, 2000).

This paper describes the use of some elements of the second generation of Activity Theory (AT) to design an online remedial course. Particularly, the concept of Orienting Basis of an Action (OBA) was helpful to provide master's degree students with the necessary support in their learning processes. The online remedial course covers DM Preliminary Concepts (Logic, Set, Relations and Functions) for students entering a Master of CS in Mexico. In the following sections, we shall present the contextual background in detail, the theoretical assumptions and the consequences for instructional design. Some excerpts of the interactions occurring during the course will illustrate the students' learning progress.

## 2. The institutional context: mathematics teaching in Computer Science

Most DM courses offered to CS students follow a traditional model of mathematics teaching, such as: (1) concept definition; (2) theorem presentation; (3) demonstration; and (4) exercising (see Meyer, 2005, for example). Alternative courses are still the exception. Furthermore, they usually lack the theoretical underpinning of mathematical education (see, for example, Sutner, 2005).

Whether traditional or problem-based, all of these instructional proposals emphasize the accuracy of mathematical definitions. They all establish the definitions of content by means of logical language. In contrast, previous evaluation of the Mexican context (Ramírez, 1996; 2005) has repeatedly pointed to two comprehension *lacunae* among CS students: (a) translating mathematical language into natural language (and vice versa); and (b) analysing mathematical definitions. Hence, instructional programs of mathematics for CS students should address both topics. Regarding the

latter topic in particular, students need to connect different representations of one concept, such as natural language, logical language, mathematical language and pictographic language.

### 3. Theoretical background: Activity Theory

AT allows mathematics educators to address all the above-mentioned deficiencies and requirements in DM online courses. Currently, there are three generations of AT (Engeström, 2000). The concepts defined by the first generation of AT – mediation, internalization and zone of proximal development (Vygotsky, 1988) – and those proposed by the third generation – learning by expanding, shared zone of proximal development (Engeström, 1987) and situated learning (Lave & Wenger, 1991) – are well established. In contrast, the development and applications of the second generation of AT are less recognised. Our instructional experience specifically draws on the second generation of AT. One of the basic elements of this approach is the accurate definition of the activity structure, through actions and operations (Leontiev, 1984). These concepts enable the study of human activity by facilitating the characterization of the notion of ability, which is a key element in our instructional proposal, both for the design of activities and learning materials, and for the analysis of advancements in learning. In the following subsections, we shall address the instructional decisions step by step, as guided by this theoretical framework.

#### 3.1. The second generation of AT and mathematics teaching in higher education

Leontiev's concept of activity was used by Tallizina (1988), and later by Hernandez (1989) and Valverde (1990), among others, to describe mathematical abilities. For Leontiev, the activity appears as a refinement of the internalization concept and is a constituent element of the psychological subject in both its cognitive (awareness) and its affective and motivational aspects (personality). The activity orients the subject in the objective reality, transforming it into a form of subjectivity. That is, an activity is not just a reaction or a series of reactions; it is a system with structure, development, transitions and internal changes. An activity system produces actions and is, in turn, realized through actions. However, the activity is irreducible to particular actions. Each activity is always linked to a motive (either material or abstract), which responds to a need. The components of human activities are the actions performed by the individuals. The action has an operational aspect (how, by what means can we achieve the objective?), defined by the objective conditions required to achieve the goal of the activity. Activities, actions and operations are dynamic: they can change their 'level' within the macrostructure of the activity under certain conditions.

The design of a learning process departs from the psychological characterization of the activity in terms of its structural components: actions and operations. The educational interpretation of these components is expressed in terms of skills, and requires the mastery of a complex system of actions for self-regulation of the activity. The process of acquiring abilities involves the systematization of

the actions they comprise. In turn, this process requires a conscious execution by the subject. The successful execution of the actions indicates the degree of skill development to perform the task. Hence, the subject must master the system of actions in order to fully develop the skill. In other words, we could argue that, for the teaching of mathematical text comprehension, it is essential to characterise the ability and identify the skills it comprises.

### 3.2. Designing the Orienting Bases of Action

The development of higher mental functions has a social origin (Vygotsky, 1988). This development happens in two separated stages: interpsychological and intrapsychological. Thus, development results from internalized actions. Galperin's Theory of the Stage-by-Stage Formation of Mental Activity (Galperin, 1969) is grounded on Vygotsky's premises and applies them to the instructional context. First, there is the stage of material activity, in which the learner needs to manipulate real objects, and embodied activity, in which the individual can handle models, diagrams and drawings, depending on the learner's age. Second, there is verbalization, when the student needs to repeat the sequence of operations aloud. By rewording, the action moves from the outside to the inside. Finally, the activity can take place at a wholly inner level, which implies thinking.

These evolutionary events can be tailored through the performance of certain guided actions. It is precisely that set of actions which will allow the student and the instructor to monitor and, if necessary, to correct each stage of assimilation. Galperin introduced the term 'orienting basis of an action' (OBA) to refer to the whole set of orienting elements by which the student is guided towards the successful execution of an action (also conceptualized as 'scaffolding' (Samaras & Gismondi, 1998).

In our study, we assume that the ability to read and understand mathematical texts comprises the following actions: (a) the translation of a mathematical statement into natural language, or vice versa; (b) the translation of the statement into the FOL language in order to reveal its structure; and (c) the

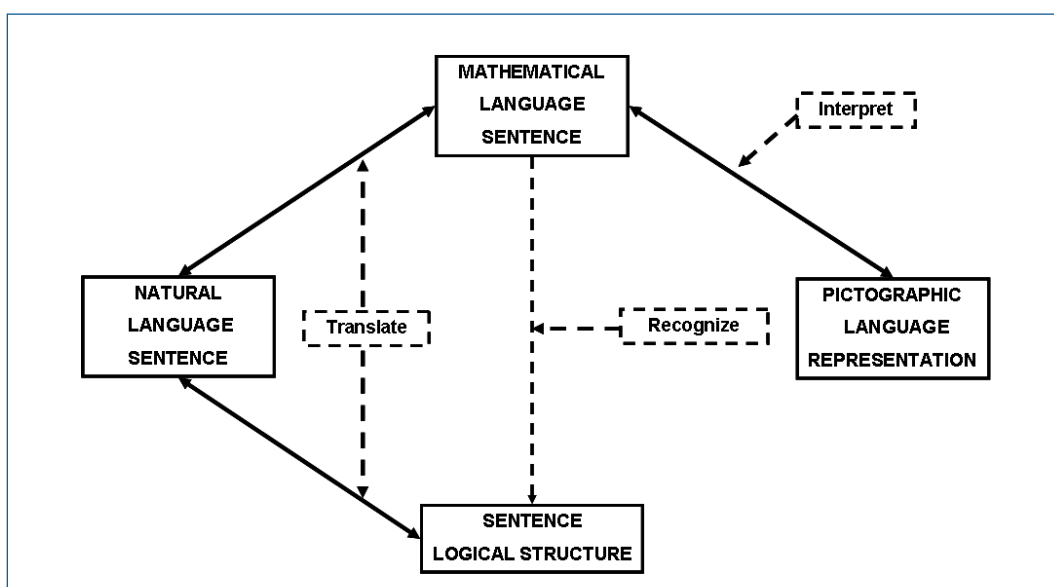


Figure 1: Ability system for the reading of mathematical texts.



representation of the statement in graphical language. To proceed with these steps and correctly interpret the mathematical statements, the students need to master both codes. This identification and characterization of the necessary skills for reading and comprehending mathematical texts provides a basis for designing and implementing online instructional processes (see Figure 1).

## 4. Addressing the challenges of instructional design

In line with AT, we took three axis elements for the instructional design: course objectives, contents and the scaffolds for the students (OBAs). We shall address each of these elements one by one further below. We shall then explain how these elements were implemented in a Learning Management System (LMS).

### 4.1. Course objectives

As a result of the problems identified in previous courses, we wanted the students to develop skills to identify and analyze the formal language (logical language and mathematical language itself) and thus represent mathematical concepts and their definitions. This main goal was divided into three objectives:

*Students should...*

- a) Analyze and identify the FOL language in natural language.
- b) Identify the mathematical language that is expressed through logical language, and the mathematical entities to which it relates.
- c) Interpret definitions in mathematical language, both in formal and pictographic codes.

### 4.2. Content focus

The basic contents of DM traditional courses in higher education are *Propositional Logic, Predicate Logic, Sets, Relations and Functions*. Logic is usually taught on the basis of a deductive model of content presentation, aiming at demonstration, and using its own rules. In contrast, our course focused on the handling of FOL language and emphasized the process of translation of natural-language statements into logical and mathematical languages. The topic Reading Mathematical Texts was introduced after the Logic unit. For the translation from natural to mathematical language, students received a specific OBA.

The topics *Sets, Relations and Functions* had the following structure: first, the instructor presented a brief reading of the disciplinary area, where target mathematical concepts appeared in their usual contexts. After that, he presented the mathematical subject with standard texts. Thirdly, the students performed the exercise system for each topic, which included two main activities: (a) the analysis of definitions and (b) the use of the corresponding OBAs. Finally, the students received other additional readings of the disciplinary area, in which the target mathematical concepts appeared.

### 4.3. Orienting Bases of Action

We defined OBAs to help the students in their problem-solving processes. In this course, there were OBAs to translate statements: (a) from natural to propositional-logic language; (b) from natural to predicate language; (c) from natural to mathematical language, and vice versa. Finally, we proposed one OBA for (d) reading mathematical texts and for (e) analyzing the definition of mathematical concepts.

We offered the OBAs throughout the course, along with the material used by the students, introducing them by examples. In the unit Logic, OBAs were characterised and provided in order to develop the translation ability from natural language into FOL language. For the units *Sets, Relations and Functions*, an OBA was provided for the analysis of definitions. The following is an example of a partial implementation of an OBA for the analysis of definitions.

#### 4.3.1. Example of an OBA

Initially, we offered the students step-by-step examples, performing the eight actions of the analysis: (1) differentiating between the expression of the definition in natural language and its expression in mathematical language; (2) identifying the mathematical entities in it; (3) giving examples of objects that both meet and do not meet the definition; (4) finding different ways to represent it; (5) identifying the underlying logical structure; (6) setting its negation; (7) finding the logical equivalence of the definition; and finally, (8) generalizing it.

The process presented to students as a model for using the OBA is outlined in Figures 2 and 3. In these Figures, the actions are listed in the left-hand column and possible responses are illustrated in the right-hand column.

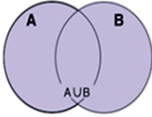


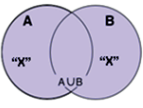
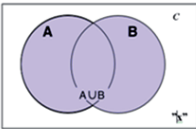
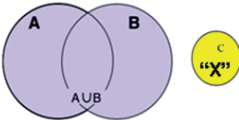
Definition Analysis		
OBA	Exemplifying action	
a. Differentiate between natural language expression and its expression in mathematical language	Definition expressed in natural language	Definition expressed in mathematical language
	The union of sets $A$ and $B$ , denoted $A \cup B$ , is the set of all objects that are a member of $A$ , or $B$ , or both.	$A \cup B := \{x \mid x \in A \vee x \in B\}$
b. Identify mathematical entities used in the definition.	Definition of set, concept of belonging or being part of a set.	
c. Analyze various representations of the definition.	  	
d. Give examples of situations in which the definition is either met or not satisfied	  	

Figure 2: Actions #1 to #4 presented to students as an example for the analysis of a definition.

<b>Definition Analysis</b>	
<b>OBA</b>	<b>Exemplifying action</b>
<b>e. Identify the definition's logical structure</b>	If $P(x)$ means that $x$ belongs to $A$ and $Q(x)$ means that $x$ belongs to $B$ , the union definition of the logical structure of two sets is: $P(x) \vee Q(x)$ .
<b>f. Set the denial of the definition</b>	From the definition's logical structure $P(x) \vee Q(x)$ we apply the logical negation $\neg(P(x) \vee Q(x))$ , getting $\neg P(x) \wedge \neg Q(x)$ . So the denial is $\neg(A \cup B) = \{x   x \notin A \wedge x \notin B\}$
<b>g. Find the logical equivalences of the definition</b>	In this case an equivalent expression to $P(x) \vee Q(x)$ would be unnatural, we could use $\neg(\neg P(x) \wedge \neg Q(x))$ . How can we read this expression in natural language?
<b>h. Generalizing the definition</b>	The union of a finite number of sets is given by "successive unions" $[(A \cup B) \cup C] \cup D \dots \cup W = \{x   x \in A \vee x \in B \vee x \in \dots \vee x \in W\}$ That can be summarized $\bigcup_{\beta \in B} A_{\beta} = \{x \in U   \exists \beta \in B : x \in A_{\beta}\}$

Figure 3: Actions #5 to #8 presented to students as an example for the analysis of a definition.

This OBA assumes the partial development of the skills to translate statements from mathematical, pictorial and natural languages into each of the three codes. Performing the analysis of definitions provides students with fertile ground for developing the ability to read mathematical texts.

#### 4.4. Techno-pedagogical design of the e-course

In e-learning, many drop-outs are caused by a lack of motivation (Juan, Huertas, Steegmann, Corcoles & Serrat, 2008); therefore, the instructional design of the courses is a key issue in the context of adult education. The term techno-pedagogical design refers to the instructional characteristics of a course as supported by technological devices (Mauri, Colomina & De Gispert, 2009). Indeed, the design of e-learning courses cannot be reduced to the traditional elements of the curriculum, i.e., objectives, content and learning activities and assessment. On the contrary, it must include a reasoned selection and planning of the technological tools that will be used throughout the course, together with a plan for the actual use of these tools and spaces by all participants. Hence, the techno-pedagogical design must include a careful planning of the interactions (instructor-students and among peers) that will be pursued throughout the course.

##### 4.4.1. The LMS

For this course, we used Moodle (V.1.5.8) as the LMS. Moodle presents a flexible structure and leaves many choices open to the course designers and instructors. For example, it is possible to manage different spaces for diverse, flexible groups within the same course. This feature was particularly relevant in this course since it allowed for whole-class group interaction as well as small-group

private spaces. The course administrator/instructor takes these decisions, according to the techno-pedagogical design. Furthermore, it allows the management of the course content in individual modules. In this course, we presented each of the five topics separately, in 'week-mode', all of which had the same recursive structure to help the students assume the participation norms.

#### 4.4.2. Interaction design

For the selection and planning of technological tools, it is necessary to determine the interaction among students, and between students and instructor. We adapted the collaborative technique called Team Accelerated Instruction (TAI) (Slavin, 1994) to the Virtual Learning Environment (VLE). In keeping with this technique, the students have to perform three kinds of activities. First, the students must work independently with the learning materials. They are expected to read the course materials and solve the exercises and problems. The second step is for them to work in pairs in order to share and discuss solutions and difficulties with exercises and problems. For this purpose, the students have access to both a synchronous (chat) and an asynchronous (forum) private room on the online platform. The third interaction level covers the whole group. Again, both chat and forum tools support group interaction. The use of each of these spaces and tools is regulated by means of specific participation norms. Figure 4 shows a scheme for the organization of participants and content-learning materials.

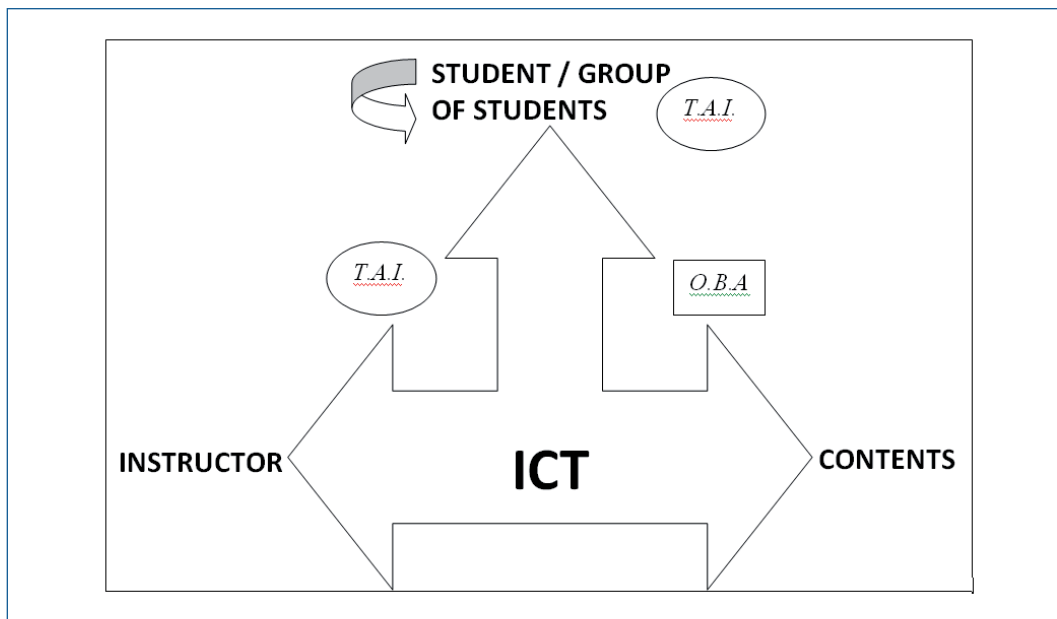


Figure 4: Techno-pedagogical course design.

*Student-content interaction.* Earlier editions of the course presented a technical difficulty while using chat and forum tools. The participants faced troubles when writing in logical and mathematical language. These problems had been reported previously in similar studies (Smith, Ferguson & Gupta, 2004). Thus, to facilitate mathematical communication, we added an HTML editor with a mathematical equation editor (WIRIS, V.2.1.26) to the chat device (Juárez & Ramírez, 2010). Figures 5 and 6 show the equation editor and some examples of how it can be used.

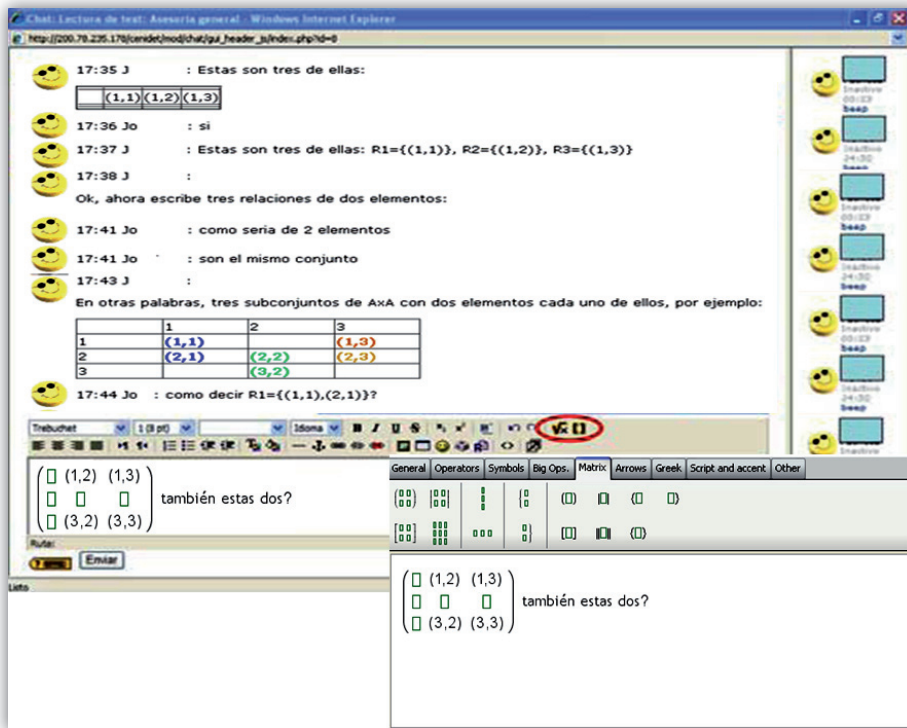


Figure 5: Example of the equation editor and its use in synchronous interaction.

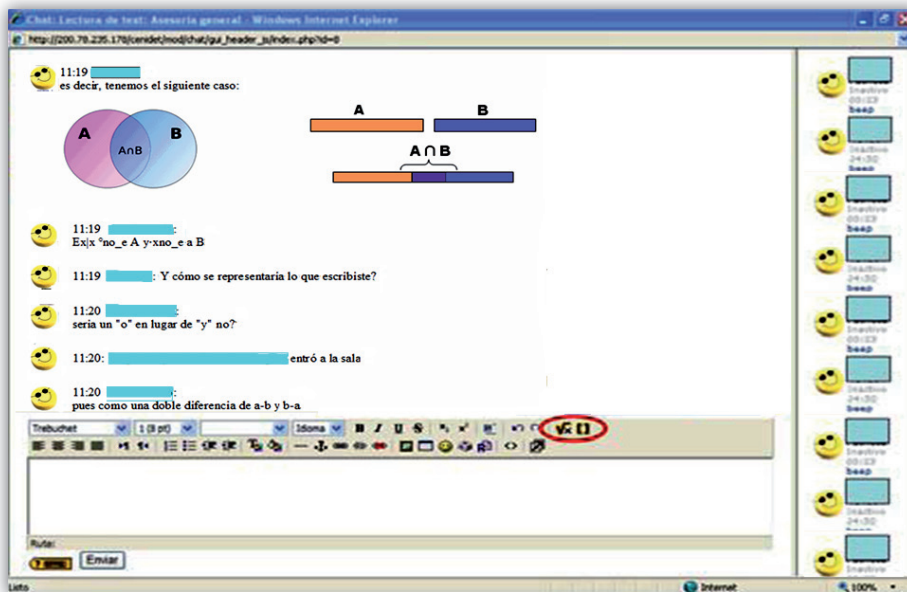


Figure 6: Using WIRIS for online pictorial representation.

*Student-instructor interaction.* The main area of the course had three communication spaces. First, there was a forum for small-group discussion. This forum provided an asynchronous space to facilitate continuity of discussions and feedback to students by the instructor. Second, there were two chat rooms for synchronous interaction, serving two purposes: there was a first chat room for organized whole-class discussion to resolve doubts under the instructor's guidance, and a second one for technical support.

*Student-student interaction.* Student-student interaction was designed to occur in pairs and was facilitated by means of different tools. First, there was a chat room for synchronous interaction; second, a wiki for joint resolution of mathematical problems; and third, a database to share results and reflections. Each pair of students could freely decide which tool to use. The group spaces were private to each pair of students; only the instructor could access all the small-group spaces. Hence, he was able to check or participate in the students' interaction, as would be the case in face-to-face TAI situations.

#### 4.4.3. Course structure

The course lasted five weeks, from July to August 2008. A group of 18 students voluntarily accepted to enrol on the master's degree course in CS at CENIDET. The students were CS Engineers from several states across Mexico. The instructor had experience in conventional courses on the subject; in addition, he was familiar with basic technological tools and had participated in the course design.

The course included five units (*Logic and Mathematical Language, Sets, Relations, Functions and Applications*), one per week. The students worked together in pairs, following the TAI model previously presented. If doubts remained after peer interaction, they were brought to the whole-class forum or the whole-class chat.

After each week, the students carried out a self-assessment using a feedback sheet provided by the instructor as a model of resolution. The students had to compare the model with their own resolution in order to identify deviations, strengths and weaknesses. This self-assessment was not graded. The instructor conducted weekly sessions of two hours to offer guidance and clarify doubts. He gave feedback and interacted with the students both synchronously (whole-class chat room) and asynchronously (whole-class forum). Strict turn-taking was established in order to facilitate synchronous interaction in the whole-class chat room. Each student pair had a particular interaction turn with the instructor for 20 minutes. The other participants attended the chat session as observers; they had the chance to 'listen' until the change of turn. This instructional design is presented in more detail in an earlier publication (Remesal, Juárez & Ramírez, 2011).

## 5. Results: evidence of ability development through the use of Orienting Bases of Action

In order to assess the development of the students' abilities, we performed an interpretive analysis of the following discursive aspects (Lacity & Janson, 1994; Willig, 2004):

1. The students' answers to the exercises.
2. The questions asked in the forum and chat.
3. The comments made in student-student interaction.
4. The results of the students' weekly self-assessment.

We shall now go on to present the specific results of the analysis of data sources #1 to #3, with the purpose of illustrating rather than providing an exhaustive account.

In the following sequence, we can observe an example of a student's development of abilities, that is, of her internalization process (translated from the original language, participants are quoted by pseudonyms). First, we can see how Lois begins the analysis of the definition by indicating what definition she used for inverse functions; then she indicates her doubts regarding its logical structure. She finally tells Mary how she interprets the mathematical definition in natural language. Her explanations and doubts show the acquisition of a skill to organize definitions according to the model shown in the OBA. In this asynchronous interaction, Mary's answer shows how she partially performs the definition analysis. She starts with the definition in natural language and then in mathematical language. Mary provides more elements about what she understands as the logical structure of the definition. She concludes by commenting on the types of properties that a function must satisfy in order to have an inverse function. Despite her analysis, she is unsure about the correctness of the logical structure she proposes:

[Small-group forum. Author *Lois*. 08/02 08:59]

"Hello Mary,  
What definition in mathematical language did you use for an inverse function? I used the following one, but I'm not sure what its logical structure is:

$$f^{-1}:B[A \mid x = f^{-1}(y)],$$

which in natural language is: a function is inverse is any rule or correspondence that allows us to get the values of

$$x \in A \text{ from the values of } y \in B$$

Do you have any other idea?"

[Small-group forum. Author *Mary*. 08/02 11:27]

"Hello Lois! Good morning,  
Well, let's see if I can help you, OK? Look, my definition of natural language came out like this...  
Be A in B and B in A an inverse function, if and only if the function is bijective, that is, a one to one correspondence and above the co-domain.

$$f \Leftrightarrow f^{-1}$$

in mathematical language...

It's an inverse or invertible function.

$$f = f^{-1} \text{ if,}$$

$$f: A \rightarrow B \text{ and } f^{-1}: B \rightarrow A \text{ if,}$$

$$f: A \rightarrow B ( \forall x \exists y \wedge \forall y \exists x )$$

and in its logical structure, I'm not quite sure, but look at what I got...

$$P(x) \text{ ----> } Q(x) \text{ and } Q(x) \text{ ----> } P(x)$$

Well, that's what I think, look, because reading the definition, it says that in order for a function to be inverse, you first need to know that it's a function, secondly, check if it has the properties of injective and surjective in order to say that  $f: A \rightarrow B$  and  $f^{-1}: B \rightarrow A$ .

Well, girl, I hope this was helpful,... if it wasn't, tell me and we can talk, I may be wrong and that way we can clear things up, OK?"

Through peer interaction, by sharing doubts and efforts to grasp the OBA in order to handle mathematical content in the multiple communication spaces of the course, the students proved to be progressively internalizing these abilities. In the last units of this course, most students formed definitions according to the OBA through the following actions: first, negating the function; second, translating the function from mathematical language to natural language and vice versa; third, representing the different forms of the function; and finally, representing the logical structure.

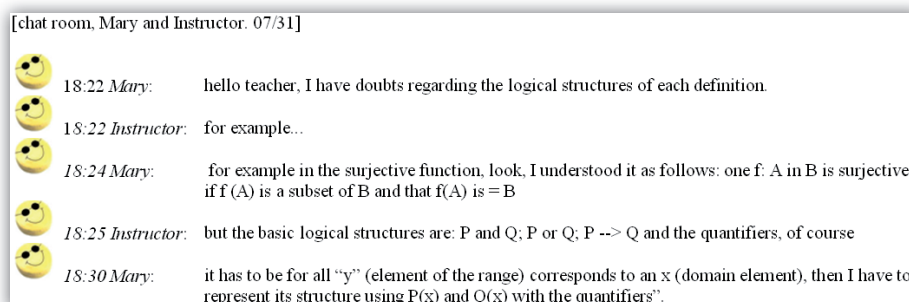


Figure 7: Example of first steps of OBA use in a chat session.

For instance, the following intervention by Cinthya (Figure 7) shows how she explicitly states the first step for the OBA: "First is the analysis of the definitions. Please, tell me if I'm doing OK." At certain times, the instructor intervened actively to remind the students of the actions that structured the OBAs and guided them to establish a link to the learning content. In the following sequence, for example, the student shows some early recognition of the logical structure of a statement. Thus,



the instructor intervenes to remind her of one of the scaffolding actions related to the translation of statements and the recognition of their logical structure.

After the instructor’s indications on basic logical structures, Mary remembers the need to use the predicates and quantifiers. Feedback and scaffolding for solving exercises was not only provided by the instructor; at times, other students who participated in chat sessions also contributed to this assistance intervention.

In addition to the chat and forum interaction, the weekly quizzes that the students performed for each unit also informed on the skills development by means of the OBAs, For example, Figure 8 shows part of a student’s answer to the first question the third weekly quiz. In this quiz, the student begins rewriting the entire OBA for definition analysis. Then he solves the exercise one step at a time.

**Definition Analysis: Reflective Relation**

**SAGS**  
**Team Lambda**

For the definition analysis seven steps should be followed:

- a) Distinguish between the definition expressed in natural language and its expression in mathematical language.
- b) Think about the mathematical entity or entities referred to in the definition.
- c) Analyze various definition’s representations.
- d) Give examples of situations that either meet the definition or no meet that definition.
- e) Identify the logical structure of the definition.
- f) Establish the negation of the definition.
- g) Find logical equivalences of the definition.

**a) Distinguish between the definition expressed in natural language and their expression in mathematical language.**

Natural Language Definition	Mathematical Language Definition
*The relation R is reflexive if every element of set A is related to itself.	Let A be any not empty set. Let R be a relation on A. R is reflexive if and only if
*A relation R on a set A is reflexive if any element of A relates to himself	$\forall x (x \in A \Rightarrow x R x)$

To complete this step, we must think other ways to say that a Relation is Reflexive and express it in mathematical language.

**“R is a reflexive relation on A if and only if all elements of A are related to themselves via R”**

RR= is the Set of Reflexive Relations on A.  
R = a Relation  
 $R \in RR \leftrightarrow \forall x (x \in A \rightarrow x R x)$

Figure 8: Using the OBA to analyze a definition.

The student's response shows the first step of the definition analysis, expressed in both natural language and mathematical language. The student began his analysis by writing the expressions in both languages in a table. He concluded this step by proposing a different way of expressing the definition in natural language and its corresponding formalization in mathematical language. The student was able to propose his own way of describing the reflexive relationship concept and formalizing it in mathematical language. These actions show how the student used the OBA, and hence, they bear witness to his mastery of the targeted skill to translate a sentence expressed in natural language into mathematical language.

## 6. Conclusions: assessment of the course design

The need for remedial courses to promote Mexican students' successful participation in the CEDINET master's degree program has been confirmed in recent decades (Ramírez, 1996; 2005). In face-to-face educational situations, the development of mathematical skills is a complex teaching and learning task. Consequently, re-locating it in the virtual context is a risky business in its own right. Particularly, the instructional design and its implementation in an LMS constitute a fundamental challenge to higher education instructors. In this course, the techno-pedagogical design allowed the participants' interaction within the system to be anticipated by promoting student-student synchronous and asynchronous interaction followed by whole-class student-instructor highly structured synchronous interaction. On the one hand, this was pedagogically enabled by the TAI model. On the other, it was technologically facilitated by the flexibility of the LMS and the incorporation of the WIRIS application.

However, and most importantly, the online instructional design presented in this article strongly suggests that the second generation of AT provides useful theoretical elements for promoting the development of the pursued abilities by means of virtual tools. Based on AT, it was possible to define the course objectives in terms of skills, knowledge and application conditions. This in turn allowed the focus to be placed on skills development, using mathematical content as a means, in contrast to traditional approaches of teaching mathematics in higher education, which often focus on content presentation.

In earlier works, we reported the positive assessment that all the participants made of the course (Remesal, 2008). After analyzing the participants' interactions on the virtual platform with regard to undertaking the translation exercises following the OBAs provided, we evaluate the course design positively with respect to three important teaching aspects. First, regarding the content sequence, starting with logical-language proficiency and moving towards an understanding of semi-formalized mathematical texts appeared to be a highly appropriate strategy to facilitate the development of the target abilities. Second, the interaction structure and norms had three positive effects: (1) they allowed the resolution of exercises; (2) they fostered the appropriation of content and the development of abilities; and (3) they encouraged social interaction between pairs of students at a distance. And third, the incorporation of specific software (WIRIS) helped the participants to overcome difficulties in handling algorithmic and pictographic codes in virtual written communication.

Nevertheless, the insufficient duration of the course poses a clear limitation for the full development of the intended abilities, since the development of skills requires gradual practice; indeed, five weeks is too short a time span. In future editions of this course, a longer term (up to eight weeks) should be considered. In addition, we are looking at three possible directions for the next research and instructional steps. First, a longitudinal study is needed to identify how students use the OBA for the analysis of definitions on the Master of CS after the remedial course. This longitudinal project would facilitate the assessment of the remedial course. Second, we intend to expand the remedial course to other related content, such as *Modal Logic* and *Dynamic Logic* of the master's degree program. Finally, audio and videoconferencing tools will be added to upcoming editions in order to establish whether interaction is enhanced through their use.

## Acknowledgments

This project was funded by the CUDI/CONACYT grant I0101/131/07 C-229-07.

Dr Ana Remesal is a member of the "Development, Interaction and Communication in Educational Contexts" Consolidated Research Group. This group has been supported and financed by the Government of Catalonia since 1995 (2009 SGR 933).

## References

- ANTONINI, S. (2001). "Negation in mathematics: obstacles emerging from an exploratory study". *Proceedings of the 25<sup>th</sup> PME Conference*. University of Utrecht. Pages 49-56.
- BARKER-PLUMMER, D.; COX, R.; DALE, R.; ETCEMENDY, J. (2008). "An empirical study of errors in translating natural language into logic". *Proceedings of the 30<sup>th</sup> Annual Meeting of the Cognitive Science Society/CogSci*. Pages 505-510.
- BOCA, P.; BOWEN, J. P.; DUCE, A. (eds) (2006). *Teaching Formal Methods: Practice and Experience*. Electronic Workshops in Computing (eWiC) series. London: BCS London Office.
- DURAND-GUERRIER, V. (2003). "Which notion of implication is the right one? From logical considerations to a didactic perspective". *Educational Studies in Mathematics*. Vol. 53, pages 5-34.
- DURAND-GUERRIER, V.; BEN-KILANI, I. (2004). "Négation grammaticale versus négation logique dans l'apprentissage des mathématiques. Exemple dans l'enseignement secondaire Tunisien". *Les Cahiers du Français Contemporain*. Vol. 9, pages 29-55.
- ENGESTRÖM, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy.
- ENGESTRÖM, Y. (2000). "Activity theory and the social construction of knowledge: A story of four umpires". *Organization*. Vol. 7, No 2, pages 301-310.
- GALPERIN, Y. (1969). "Stages in the development of mental acts". In: COLE, M.; MALTZMAN, I. (eds). *A handbook of contemporary Soviet psychology*. New York: Basic Books. Pages 249-273.

- JUAN, A. A.; HUERTAS, A.; STEEGMANN, C.; CORCOLES, C.; SERRAT, C. (2008). "Mathematical e-learning: state of the art and experiences at the Open University of Catalonia". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 39, No 4, pages 455-471.
- JUÁREZ, M.; RAMÍREZ, J. L. (2010). "Colaborar para aprender y enseñar matemáticas online". *Didac*. Nos 56-57, pages 71-75.
- JUNGK, W. (1981). *Conferencias sobre la enseñanza de la matemática*. Havana: Ministerio de Educación.
- LAVE, J. & WENGER, E. (1991). *Situated Learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- LACITY, M. C.; JANSON, M. A. (1994). "Understanding qualitative data. A framework for text analysis methods". *Journal of Management Information Systems*. Vol. 11, No 2, pages 137-155.
- LEONTIEV, A. N. (1984). *Actividad, Conciencia y Personalidad*. Mexico: Cartago.
- MAURI, T.; COLOMINA, R.; DE GISPERT, I. (2009). "Diseño de propuestas docentes con TIC en la enseñanza superior: nuevos retos y principios de calidad desde una perspectiva socioconstructivista". *Revista de Educación*. Vol. 348, pages 377-399.
- MERISOTIS, J. P.; PHIPPS, R. A. (2000). "Remedial education in colleges and universities. What's really going on?" *The Review of Higher Education*. Vol. 4, No 1, pages 67-85.
- MEYER, A.; RUBINFELD, R. (2005). *Mathematics for computer science* [course notes]. MIT OPEN COURSEWARE. Massachusetts Institute of Technology.  
<<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-042JFall-2005/CourseHome/index.htm>>
- RAMÍREZ, J. L. (1996). *Reporte del proyecto: "Estructuración de una metodología para la enseñanza de las matemáticas discretas para la maestría en ciencias de la computación en el CENIDET"* [internal report, course notes]. CENIDET. Departamento de Desarrollo Académico.
- RAMÍREZ, J. L. (2005). *Reporte del proyecto: "Identificación de dificultades en los cursos de matemáticas de los programas de maestría del CENIDET"* [internal report]. CENIDET. Departamento de Desarrollo Académico.
- REMESAL, A. (2008). *Lectura de textos semi-formalizados de matemáticas para computación. Informe técnico de evaluación* [internal report]. CENIDET/Universidad de Barcelona.
- REMESAL, A.; JUÁREZ, M.; RAMÍREZ, J. L. (2011). "Technopedagogical design versus reality in an interinstitutional online remedial course" [paper]. *EARLI 2011 Education for a Global Networked Society*.  
<<http://aremor.wordpress.com/publications-2/>>
- SAMARAS, A. P.; GISMONDI, S. (1998). "Scaffolds in the field: Vygotskian interpretation in a teacher education program". *Teaching and Teacher Education*. Vol. 14, No 7, pages 715-733.
- SELDEN, A.; SELDEN, J. (1996). "The role of logic in the validation of mathematical proofs". *Proceedings of The DIMACS Symposium on Teaching Logic and Reasoning in an Illogical World*. Rutgers University.
- SLAVIN, R. E. (1994). *Cooperative Learning. Theory, Research, and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.
- SMITH, G. G.; FERGUSON, D.; GUPTA, S. (2004). "Diagrams and math notation in e-learning: Growing pains of a new generation". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 35, No 1, pages 681-695.

- SUTNER, K. (2005). *CDM: Teaching discrete mathematics to computer science majors*. Carnegie Mellon University.  
<<http://www.cs.cmu.edu/%7Esutner/papers/jeric.pdf>>
- TALLIZINA, N. F. (1988). *Los fundamentos de la educación superior*. Mexico: UAM-Ángeles Editores.
- VALVERDE, L. (1990). *Un método para contribuir a desarrollar la habilidad fundamental-demostrar una proposición matemática*. [Unpublished doctoral thesis]. Universidad de la Habana.
- VYGOTSKY, L. S. (1988). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.
- WILLIG, C. (2004). *Introducing qualitative research in psychology. Adventures in theory and method*. Philadelphia: Open University Press.

## About the Authors

José Luis Ramírez  
jlram@cenidet.edu.mx  
CENIDET (México)

José Luis Ramírez Alcántara holds a degree in Educational Mathematics awarded by the Autonomous University of Guerrero, Mexico. He obtained his master's degree in Mathematics at CINVESTAV, Mexico, and is currently doing his doctoral studies in Mathematics Teaching at the Autonomous University of Barcelona, Spain. For 15 years, he has taught mathematics, educational research and mathematics teaching methodology courses on undergraduate degree and master's degree programmes. At CENIDET, he has collaborated with the Department of Computational Sciences, teaching Discrete Mathematics (DM) and Theory of Computation. His current line of research is mathematics teaching and learning processes in higher education in Virtual Learning Environments: e-learning and blended learning.

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)  
Interior Internado Palmira S/N  
Col. Palmira Cuernavaca, Morelos. D.R.  
C.P. 62490  
Mexico

*Manuel Juárez*

juarezmanuel@cenidet.edu.mx

CENIDET (México)

Manuel Juárez holds a degree in Psychology, a master's degree in Computation and a doctorate in Education Sciences awarded by the Department of Educational Research at CINVESTAV - National Polytechnic Institute, Mexico. His doctoral thesis was about the use of Computer-Supported Collaborative Learning in the processes of teaching science at a distance. At CENIDET, he has undertaken projects connected with online mathematics teaching on refresher programmes for teaching staff, in the area of mathematics and in the use of ICTs for engineering teaching. He is a member of the CONACYT ICT Network and his current line of research is mathematics teaching and learning processes in higher education in Virtual Learning Environments: e-learning and blended learning.

Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET)

Interior Internado Palmira S/N

Col. Palmira Cuernavaca, Morelos. D.R.

C.P. 62490

Mexico

*Ana Remesal*

aremesal@ub.edu

University of Barcelona

Ana Remesal holds a degree in Psychopedagogy and a doctorate in Psychology of Education awarded by the University of Barcelona, Spain. Her doctoral thesis was about the assessment of mathematics learning in compulsory educational stages. She is a member of the GRINTIE group led by Dr César Coll. Within that group, she has taken part in various teaching research and innovation projects connected with new technologies in general and with Virtual Collaborative Learning in particular. She has collaborated on various CENIDET courses as an auditor-consultant. She now teaches in the Faculty of Teacher Education at the University of Barcelona.

Universitat de Barcelona

Facultat de Formació del Professorat

Passeig de la Vall d'Hebron, 17

08035 Barcelona

Spain

<http://www.psyed.edu.es/grintie/>



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.



**Dossier “Mathematical e-learning”**

## ARTICLE

# Distance Training of Mathematics Teachers: The *Early Statistics* Experience

**Maria Meletiou-Mavrotheris**

m.mavrotheris@euc.ac.cy

Associate Professor, Department of Education Sciences, European University Cyprus

**Ana Serradó Bayés**

ana.serrado@gm.uca.es

Secondary School Teacher, In-Service Teacher Trainer, La Salle-Buen Consejo

Submitted in: July 2011  
Accepted in: November 2011  
Published in: January 2012

**Recommended citation**

MELETIOU-MAVROTHERIS, Maria; SERRADÓ, Ana (2012). “Distance Training of Mathematics Teachers: The *Early Statistics* Experience”. In: “Mathematical e-learning” [online dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 340-353 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-meletiou-serrado/v9n1-meletiou-serrado-eng>>

ISSN 1698-580X

**Abstract**

The affordances offered by modern Internet technologies provide new opportunities for the pre-service and in-service training of mathematics teachers, making it possible to overcome the restrictions of shrinking resources and geographical locations, and to offer, in a cost-effective and non-disruptive way, high-quality learning experiences to geographically dispersed teachers. This article focuses on how information and communication tools made available online could be exploited effectively to help improve the quality and efficiency of teacher training in statistics education. First,



it describes the main pedagogical issues and challenges underlying distance education in general, and online teacher training in particular. Then, it provides an overview of *EarlyStatistics*, an online professional development course in statistics education targeting European elementary and middle school teachers, and the main lessons learned from the pilot delivery of it. The article concludes with some instructional implications.

### Keywords

statistics education, e-learning, blended learning, teacher training

## *Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics*

### Resumen

Las potencialidades que ofrecen las modernas tecnologías de internet brindan nuevas oportunidades a la formación inicial y permanente del profesorado de matemáticas, que permiten superar las limitaciones impuestas por recursos cada vez más escasos y por la ubicación geográfica, y que para este colectivo geográficamente disperso significan el acceso a un aprendizaje de calidad, económico y compatible con el resto de actividades. Este artículo se centra en cómo aprovechar eficazmente las herramientas de comunicación e información disponibles en línea para mejorar la calidad y la eficiencia de la formación del profesorado en la educación de estadística. En primer lugar, describimos los principales problemas y retos pedagógicos de la educación a distancia en general, y de la formación de profesorado en línea en particular. A continuación, ofrecemos una visión general de *EarlyStatistics*, un curso virtual de desarrollo profesional para la educación estadística dirigido al profesorado de educación primaria y primeros cursos de secundaria (de 6 a 14 años), y las principales conclusiones derivadas de la edición piloto del curso. Concluyen el artículo algunas sugerencias educativas.

### Palabras clave

enseñanza de estadística, aprendizaje virtual, aprendizaje mixto, formación del profesorado

## 1. Introduction

In recent years, it has been recognized that for mathematics teacher training to become more effective in producing real changes to classroom practices, it ought to promote continuous, professional development opportunities that are cumulative and sustained over the career of a teacher (Joubert, 2009). The financial and logistic difficulties of engaging teachers in face-to-face training, as well as the need for professional development that can fit with teachers' busy schedules and can draw on powerful resources often not available locally, have encouraged the creation of online professional development programs for teachers (Dede, 2006).

This article analyses the possibilities of information and communication tools made available by modern Internet technologies to improve the quality of initial and in-service teacher training in statistics education. First, it discusses the main pedagogical issues and challenges underlying distance education in general, and online teacher training in particular. Then, it provides an overview of *EarlyStatistics*,

a European Union-funded program that has utilized distance education to offer teacher training in statistics education. The article concludes with some implications for distance teacher training.

## 2. Distance education: main pedagogical perspectives and challenges

Educational institutions at all levels, including leading research universities, are becoming increasingly involved in distance education initiatives. Online course delivery has become common in a wide variety of disciplines, including mathematics and statistics, and this expansion is likely to continue, owing to ever-greater access to the Internet and emphasis on lifelong learning.

Several advantages associated with distance education have been identified in the literature. Distance education offers flexibility and convenience, allowing learners to determine their own place, pace, time and content of study. Further, the distance option may give students the opportunity to take courses from prominent experts in their field of study (Evans, 2007). Moreover, from the viewpoint of statistics education, network-based training creates some unique opportunities for enhancing statistics instruction. The Internet offers a vast array of tools and resources that can be used for a better understanding of statistical concepts. Interactive Java-applets and virtual statistical laboratory experiments, for example, allow for the visualization of statistical ideas and hands-on simulations with a high pedagogical potential (Vermeire, 2002). Several statistics instructors mention using technological tools and resources in their online courses (e.g., Everson, 2008).

In spite of the undisputed benefits and proliferation in recent years of online programs, concerns remain about their quality, as research suggests that the effectiveness of distance education is variable and inconsistent (Evans, 2007). While most studies indicate that students taking courses with an online component have similar achievement and satisfaction levels compared to students in traditional, face-to-face classrooms (Dutton, 2005), there is growing evidence of many web-based distance-learning courses failing to meet the expectations raised.

Early attempts at Internet-based instruction assumed that setting up an attractive website with interesting online and multimedia applications was sufficient for learning to take place. It is now recognized that the level of success of a distance-learning course is determined by multiple factors. Elements in the design of a web-based course such as the content and structure of the course, the presentation of the online materials and the amount of interaction between instructors and learners – as well as among learners themselves – are important factors affecting students' learning and attitudes (Tudor, 2006). Another important criterion of the level of success of web-based statistical training is the extent to which instruction allows learners to experience the practice of statistics and to apply statistical tools in order to tackle real-life problems (Vermeire, 2002).

In addition to the general issues and considerations regarding distance education in statistics, the distance training of statistics teachers poses special challenges. For example, one of the main challenges for developers of online teacher training programs is how best to take advantage of the variety social networking tools and technologies now available in order to foster the creation of online

communities of teaching practitioners as vehicles for teacher learning and development. Research studies in this area indicate that online communities of practice are indeed a promising model for both pre-service and in-service mathematics teacher training (e.g., Cady, 2009). They have enormous potential to support the professional development of teachers by placing educators at the center of their learning, thus promoting their independence and self-directed learning. Online communities of practice facilitate not only communication, but also the collaborative finding, shaping and sharing of knowledge. At the same time, existing research highlights several difficulties in building and maintaining online communities involving shared professional learning.

Despite the early enthusiasm and encouragement of participants, many online communities of practice fail to thrive (Riverin, 2007). For example, after examining 28 studies, Zhao (2001) reported that there was little conclusive evidence to demonstrate the effective use of reflective online communities of practice. Other studies (e.g., McGraw, 2007) raise several issues that consistently create challenges for community building among participating teachers and for sustainability, including barriers to access, usability, sociability, lack of time to spend in online discussions, and language. In statistics education, while it is well-documented in the literature that incorporating discussion and active learning into the statistics classroom can help students learn to think and reason about statistical concepts, it has proved challenging to bring these important learning approaches to an online course (Everson, 2008).

Gould (2005), in their first offering of INSPIRE, a distance education professional development course targeting new secondary school statistics teachers in the U.S., which had community building as one of its main objectives, experienced disappointment, with a much lower than anticipated level of student-student interaction. A more successful example of a program adopting a community-building approach to the distance training of statistics teachers is *Becoming a Teacher of Statistics*, an online graduate-level course offered by the University of Minnesota that prepares teachers of introductory statistics at college and high school levels (Garfield, 2009). While originally delivered in a face-to-face setting, the course was subsequently converted into an online course to make it accessible to a wider variety of pre-service and in-service teachers. The first online version of the course was offered in spring 2008, with very encouraging outcomes. Evaluation of the course indicated that it was equally successful, and it provided students with parallel experiences to those in the face-to-face class.

### 3. Experiences of distance teacher training in Europe

In modern, information-based society, statistical concepts are occupying an increasingly important role in mathematics curricula across Europe. The subject, however, has been introduced into mainstream mathematics curricula without adequate attention being paid to teachers' professional development. There is substantial evidence of poor understanding and insufficient preparation to teach statistical concepts among many pre-service and practicing teachers (e.g., Espinel, 2008).

In this section, we provide a brief description of the main experiences gained from implementing the European Union-funded program *EarlyStatistics: Enhancing the Teaching and Learning of Early Statistical Reasoning in European Schools* (226573-CP-1-2005-1-CY-COMENIUS-C21). *EarlyStatistics*

has exploited the affordances offered by Open and Distance Learning (ODL) technologies to improve the quality of statistics instruction offered in European schools. The project consortium, comprising five higher education institutions in four countries (Cyprus, Greece, Norway and Spain) developed, pilot tested and is currently offering an online professional development course targeting elementary and middle school mathematics teachers across Europe. The course, which is the first of its kind in Europe, aims to help teachers improve their pedagogical and content knowledge of statistics through exposure to innovative learning methodologies and resources, and cross-cultural exchange of experiences and ideas.

Before being offered to the European educational community, the *EarlyStatistics* course and its accompanying resources were pilot tested locally in three of the partner countries (Cyprus, Greece and Spain). Fourteen teachers participated in the pilot delivery. In order to evaluate the applicability and success of the course, there was also follow-up classroom experimentation. Participating teachers developed and delivered teaching episodes integrating the use of the course tools and resources provided to them. The course was revised based on feedback received from the pilot delivery, and then entered into the European Union Lifelong Learning Training Database for European-wide recruitment. It is offered to the European educational community as a Comenius in-service training course targeting elementary and middle school mathematics teachers. The course has already been offered twice. The consortium intends to continue offering the course in subsequent years, thus facilitating access to larger numbers of mathematics teachers involved in statistics education.

Presented below are an overview of the *EarlyStatistics* course design and a synopsis of the main findings from the pilot delivery of the course.

## Design of the *EarlyStatistics* course

### *EarlyStatistics* course content and structure

The *EarlyStatistics* course design focuses on participatory and collaborative learning. Teachers enhance their knowledge about statistics and its pedagogy through hands-on and computer-based practice, experimentation, intensive use of simulations and visualizations, feedback from one another and reflection. Then, being actual practitioners, they apply what they learn to a real classroom setting.

The *EarlyStatistics* course lasts for 13 weeks and is made up of six Modules. In Modules 1-3 (Weeks 1-6), the focus is on enriching the participants' statistical content and pedagogical knowledge by exposing them to similar kinds of learning situations, technologies and curricula to those they should employ in their own classrooms. The conceptual "Framework for Teaching Statistics within the K-12 Mathematics Curriculum" (Franklin, 2007), has been used to structure the presentation of content. Statistics is presented as an investigative process that involves four components: (i) clarifying the problem at hand and formulating questions that can be answered with data; (ii) designing and employing a plan to collect appropriate data; (iii) selecting appropriate graphical or numerical methods to analyze the data; and (iv) interpreting the results. In order to help teachers go beyond procedural memorization and acquire a well-organized body of knowledge, the course emphasizes

and revisits a set of core statistical ideas. Through their participation in authentic educational activities such as projects, experiments, computer explorations with real and simulated data, group work and discussions, participating teachers learn where and how the “big ideas” of statistics apply, and develop a variety of methodologies and resources for their effective instruction.

In Modules 4-6 (Weeks 7-13), the focus shifts to classroom implementation issues. Teachers customize and expand upon provided materials, and apply them in their own classrooms with the support of the design team. Once the teaching experiment is completed, they report on their experiences to the other teachers in their group, and also provide video-recorded teaching episodes and samples of their students’ work for group reflection and evaluation.

Each module involves a range of activities, readings and contributions to discussion, as well as the completion of group and/or individual assignments. Both the dialogue and the assignments are structured so as to explicitly establish links between theory and practice. Reflective questions create situations for the participating teachers to critically examine the subject matter and to make new connections between theory and their personal and professional experiences. The Marijuana Survey task presented in Figure 1, taken from Watson (2010), is indicative of the activities in which teachers engage during the course.

Look carefully at this task:

**Decriminalise drug use: poll**

SOME 96 percent of callers to youth radio station Triple J have said marijuana use should be decriminalised in Australia. The phone-in listener poll, which closed yesterday, showed 9924 - out of the 10,000-plus callers - favoured decriminalisation, the station said. Only 389 believed possession of the drug should remain a criminal offence. Many callers stressed they did not smoke marijuana but still believed in decriminalising its use, a Triple J statement said.

*Is the sample reported here a reliable way of finding out public support for the decriminalisation of marijuana? Why or why not?*

1. What are the big statistical ideas in this problem?
2. Please can you give an example of an appropriate response and an inappropriate response that your students might give?
3. What opportunities would this problem provide for your teaching?
4. A student gave this answer: "Yes, because 10000 people is enough to get an accurate average of the view of the public". How would you move this student's understanding forward?
5. A student gave this answer: "No, because it is not everyone in Australia voting". How would you move this student's understanding forward?
6. A student gave this answer: "No, because some people could be lying". How would you move this student's understanding forward?

Figure 1: The Marijuana Survey task (Watson, 2010)

The course activities encourage critical reflection on workplace practice and productive interaction among course participants. Members of the *EarlyStatistics* consortium with expertise in statistics education act as facilitators of a deeper learning experience by guiding discussions, encouraging the full, thoughtful involvement of all participants and providing feedback.

## Media and technology choices

The *EarlyStatistics* pilot course is delivered using a blended-learning method. At the beginning of the course, there is a face-to-face meeting with all participants. Teachers from all over Europe gather together to attend a one-week-long intensive seminar (they can finance their expenses by applying for an in-service training grant). They are first introduced to the objectives and pedagogical framework underpinning the course. They then become familiarized with the facilities offered by the e-learning environment and, more importantly, they get the chance to meet and interact with one another.

The remainder of the course is delivered online, through text, illustrations, animations, audio/video and technology-rich interactive problem-solving activities. The instructional content and services of the project's dedicated information base are used for teaching, support and coordination purposes. In addition to the course content, the site (<http://www.earlystatistics.net/>) offers access to various other links and resources:

- *Technologically enhanced instructional materials* for statistics teaching and learning.
- *A digital Video Case Library* containing segments of real teaching episodes, obtained from the classrooms of the teachers participating in the pilot delivery.
- *A database of Student Work Samples* developed through contributions made by the participating teachers.
- *Collaboration tools* for professional dialogue and support, including email, conferencing, chat rooms, discussion forums, wikis, etc.
- *Archived forum discussions*.
- *Reports and articles* arising from the project.
- *Links to statistics education resources* available on the Internet.
- *Multilingual interfaces* (English, Greek and Spanish) to partly overcome language barriers.

In order to offer teachers flexibility and to accommodate different time zones, the largest portion of the course is delivered asynchronously. There is also some synchronous communication through the use of technologies such as audio/video streaming and videoconferencing.

Central to the course design is the functional integration of technology and core curricular ideas, and specifically the integration of statistics educational software (the dynamic software Tinkerplots<sup>®</sup> and Fathom<sup>®</sup>) and a variety of online activities and resources (e.g., simulations, animations, video clips, etc.). The aim of the latter is to stimulate and engage teachers while providing them with the opportunity to model and investigate real-world statistics-related problems.

## Evaluation of *EarlyStatistics*

In *EarlyStatistics*, evaluation was an integral part of the project design. It was a process carried out at every stage of project development in order to ensure that all key activities were performed on time and effectively, and that any necessary revisions or improvements to the project's methodologies, products and outcomes were identified in a timely manner. It included both formative and summative assessment tools, protocols and services, and was conducted both internally and externally. The main external evaluation took place during the pilot delivery of the course and the follow-up classroom experimentation. Multiple forms of assessment were used to collect and document evidence of changes in teachers' pedagogical and content knowledge of statistics, in their attitudes towards the subject and in their teaching practices as a result of participating in the course: pre- and post-questionnaires, video-recording of classroom episodes, teacher and student interviews, samples of student work and use of statistics automatically generated by the online information base.

The overall feedback from the target user groups from all partner countries participating in the pilot delivery of the *EarlyStatistics* course, as well as from external experts in statistics education regarding the course content, services and didactical approaches was generally very positive. Key conclusions drawn from the analysis of user feedback were that *EarlyStatistics* was quite successful at helping teachers improve their pedagogical and content knowledge of statistics by offering interactive, technology-rich instructional materials and services that enhance the teaching and learning process, and also by providing course participants with the opportunity to collaborate with other teachers and thus initiate the construction of a community of practice. Moreover, data obtained from the teaching experimentations in the course participants' classrooms suggest positive gains in student learning outcomes and attitudes towards statistics (for more details see Chadjipadelis, 2008).

In the survey administered on completion of the pilot delivery of the course and the follow-up interviews, teachers were asked to indicate "what they liked the most about the *EarlyStatistics* course". The flexibility and convenience associated with distance education was an aspect of the course appreciated by all 14 course participants. They all considered the distance training nature of *EarlyStatistics* to be an advantage of the course, since it made it possible for them to determine their own place, pace and time of study: "It is a form of training that does not place stifling limits and restrictions of freedom on the teacher"; "You decide your own workload"; "You can follow your own pace of work". Further, a few teachers noted that the distance option gave them the opportunity to attend a course in statistics education offered by experts in the field originating from different European countries.

The promotion of communication and collaboration among teachers was an aspect of the *EarlyStatistics* course that was also considered by all of the course participants to be an important strength of the program. Teachers enjoyed the interaction and the sharing of experiences and ideas with the other teachers: "I liked the interaction with the other teachers. It is useful to share your ideas and problems with other teachers from different educational levels". In particular, teachers praised the fact that *EarlyStatistics* had allowed them, through computer-mediated communication, to share content, ideas and instructional strategies with teachers from different countries and educational

systems: "It is good to 'hear' colleagues from other countries that face similar problems like you and sometimes, because of a different view on a point, suggest ideas you didn't think of".

Another aspect of the *EarlyStatistics* course that was also much appreciated by teachers is the fact that the course dialogue and assignments were carefully designed to be learner-centered, and to make explicit links between theory and practice by utilizing participating teachers' own experiences as learning resources. Several of the course participants pointed out that *EarlyStatistics* offered them professional development that addressed their workplace educational needs because it was deeply contextualized in their professional activity: "It is a form of training that respects teachers' professional experience and contributes to the improvement of their educational work through the enrichment of experiences and the exchange of opinions with other teachers that work in different cultural and educational environments."

The *EarlyStatistics* project won, ex-aequo with *Maths4Stats* (a joint project coordinated by Statistics South Africa), the 2009 Best Cooperative Project Award in Statistical Literacy. This prestigious award is given every two years by the International Association of Statistics Education (IASE) "in recognition of outstanding, innovative and influential statistical literacy projects that affect a broad segment of the general public".

Despite the overall success of the pilot course, a number of shortcomings have also been identified. The biggest difficulty experienced by the consortium was in achieving the successful building of an online community of teaching practitioners, which was one of the main objectives of *EarlyStatistics*. From the outset of the project, we were well aware of the challenges in developing such a community, of the fact that merely forming a discussion group and providing the technology does not automatically lead to the establishment of relations and group cohesion (Gordon, 2007). The experience gained from pilot testing the course further alerted us to the fact that community building, particularly in a cross-national context, is very difficult. Despite the fact that we employed several strategies to promote teacher dialogue and collaboration, we experienced similar disappointment to that of Gould (2005), with a lower than expected level of online interaction among participating teachers (Meletiou-Mavrotheris, 2011).

While at the beginning of the course there was considerable enthusiasm and very high participation in the discussion forums, interaction dropped off over time. A total of 229 messages were sent to *EarlyStatistics* over the 13 weeks that the course lasted (76 messages/month on average). However, the vast majority of the messages (167 messages, 73% of all messages sent) were sent in the first six weeks of the course. In contrast to the vibrant interaction and rich dialog characterizing the earlier part of the course, towards the end of the course it was often the case that only 3-4 teachers would actively participate in the discussion forums, while the rest would make minimal or no contributions.

The analysis of the data obtained from the pilot delivery of the *EarlyStatistics* course and follow-up classroom experimentation has provided the consortium with invaluable insights regarding the course's effectiveness in delivering its stated aims. In particular, findings from the pilot delivery have allowed us to identify a number of factors that adversely affected the online participation of course participants (Meletiou-Mavrotheris, 2011). These factors informed the revision of the course to better support community building among participating teachers.



A main factor contributing to our limited success in building an online community of practice during the pilot delivery was the fact that there was no face-to-face meeting with all course participants. There were a few face-to-face meetings with local teachers, but not with the group as a whole. Course participants got the chance to virtually meet teachers from other countries through videoconferencing, but this cannot be considered as effective as face-to-face interaction. As a result, while teachers built strong local groups, their interaction with participants from other countries was limited. In current offerings of the course, teachers are recruited from across Europe, and at the start of the course there is a face-to-face meeting with all participants. This initial in-person meeting reinforces the online engagement of teachers by helping to mitigate the problem of trust and social presence online.

## 4. Conclusion

In a world where the ability to analyze, interpret and communicate information from data are skills needed for daily life and effective citizenship, developing a statistically literate society has become a key factor in achieving the objective of an educated citizenry. Recognizing teachers' ongoing professional development and learning as a linchpin of instructional innovation and success for their students (Ginsberg, 2003), *EarlyStatistics* has exploited the affordances offered by open- and distance-learning technologies to help improve the quality of statistics instruction in European schools. The project consortium has incorporated into the course design best pedagogical practices in statistics education, adult education and distance learning. The course is based on current pedagogical methodologies utilizing collaboration, statistical investigation and exploration with online interactive problem-solving activities. Particular care has been taken to build on participating teachers' knowledge and experiences, and to promote collaborative and participatory learning. Teachers from different countries have the opportunity to improve their content and pedagogical knowledge of statistics through open-ended investigations, simulations, visualizations, collaboration and reflection on their own and on others' ideas and experience.

The *EarlyStatistics* project outputs and services are useful not only to teachers, but also to academic experts in statistics education, to teacher training institutions and to designers of online professional development programs across Europe and internationally. Academic experts and material developers can become more sensitized to the needs of statistics teachers in different countries, supporting the development of new professional development methodologies and materials grounded on a community-building model. Teacher training institutions can gain a clearer understanding of the issues facing statistics teaching and learning, and can use the project outputs for further improvement of their teacher training programs.

A particularly important issue in the online professional development of teachers is ensuring the successful building of an online community of practice. The first experiences with *EarlyStatistics* concur with the research literature, indicating that the successful building of an online community of practice is very challenging. As Gould and Peck (2005) have pointed out, leading a discussion of substance on

a discussion board is more challenging than in a real classroom. For Kling (2003), the transformation of a group into a community is "a major accomplishment requiring special processes and practices" (p. 221). An online community of practice will not automatically take shape through the availability of an online space. Rather, it requires carefully crafted designs – both technical and social (Rourke, 2007).

Teaching online courses is a new, unexplored territory for most statistics instructors. Online instruction is similar yet different from face-to-face learning, and requires new teaching skills and strategies. Online instructors' new role as course facilitators turns them into both guides and learners (Heuer, 2004). In order to facilitate student success and to foster online participation, they must be trained in this new mode of instruction while developing the art of becoming online guides. Online courses should also be subject to continuous evaluation and enhancement. Garfield (2009), whose distance teacher training course has been quite successful in achieving learner participation and collaboration, explain that their online courses are subject to an ongoing cycle of evaluation and improvement. Each time an online course is taught, changes are made to the way in which discussion assignments are structured and used, based on feedback received from students and on careful examination of the patterns of interaction occurring within different discussion groups. *EarlyStatistics* has also adopted an iterative model of continuous improvement. Evaluation continues to play a pivotal role in each subsequent offering of the course. This allows us to continuously improve the quality and effectiveness of *EarlyStatistics*, which is the first online professional development course in the area of statistics education at the European level.

## References

- CADY, J.; REARDEN, K. (2009). "Delivering online professional development in mathematics to rural educators". *Journal of Technology and Teacher Education*. Vol. 17, pages 281-298.
- CHADJIPADELIS, T.; ANDREADIS, I. (2008). *EarlyStatistics Evaluation Report* [internal document]. Project: 226573-CP-1-2005.
- DEDE, C. [et al.]. (2006). *Research Agenda for Online Teacher Professional Development*. Cambridge, MA: Harvard Graduate School of Education.
- DUTTON, J.; DUTTON, M. (2005). "Characteristics and performance of students in an online section of business statistics". *Journal of Statistics Education*. Vol. 13, No 3.
- ESPINEL, C.; BRUNO, A.; PLASENCIA, I. (2008). "Statistical graphs in the training of teachers". In: C. Batanero; G. Burrill; R. Reading; A. Rossman. (2008). *Proceedings of the Joint ICMI/IASE Study Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching and Teacher Education*. [CD-ROM]. Monterrey, Mexico: ICMI & IASE.
- EVANS, S. R. [et al.]. (2007). "Evaluation of Distance Learning in an Introduction to Biostatistics Course". *Statistical Education Research Journal*. Vol. 6, No 2, pages 59-77.
- EVERSON, M.G.; GARFIELD, J. (2008). "An innovative approach to teaching online statistics courses" [online document]. *Technology Innovations in Statistics Education*. Vol. 2, No 1. [Accessed: 30 July 2011]. <<http://repositories.cdlib.org/uclastat/cts/tise/>>

- FRANKLIN, C. A. [et al.]. (2007). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) report: A pre-K-12 Curriculum Framework*. Alexandria, VA: American Statistical Association.
- GINSBERG, M. B. (2003). *Motivation matters: A workbook for school change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- GORDON, S.; PETOCZ, P.; REID, A. (2007). "Tools, artefacts, resources and pedagogy – stories of international statistics educators" [online document]. In: P. L. Jeffery (comp.). *Australian Association for Research in Education 2006 Conference Papers*. AARE. [Accessed: 30 July 2011].  
<<http://www.aare.edu.au/06pap/gor06358.pdf>>
- GOULD, R.; PECK, R. (2005). "Inspiring Secondary Statistics" [online document]. *MSOR Connections*. Vol. 5, No 3. [Accessed: 30 July 2011].  
<<http://mathstore.ac.uk/headocs/53inspiringstats.pdf>>
- HEUER, B. P.; KING, K. P. (2004). "Leading the Band: The Role of the Instructor in Online Learning for Educators" [online document]. *The Journal of Interactive Online Learning*. Vol. 3, No 1. [Accessed: 30 July 2011].  
<<http://www.ncolr.org/jiol/issues/PDF/3.1.5.pdf>>
- JOUBERT, M.; SURTHERLAND, R. (2009). *A perspective on the literature: CPD for teachers of mathematics*. University of Bristol: National Centre for Excellence in Teaching Mathematics.
- KLING, R.; COURTRIGHT, C. (2003). "Group Behavior and Learning in Electronic Forums: A Sociotechnical Approach". *Information Society*. Vol. 19, pages 221-235.
- MCGRAW, R.; LYNCH, K.; KOC, Y. (2007). "The multimedia case as a tool for professional development: An analysis of online and face-to-face interaction among mathematics pre-service teachers, in-service teachers, mathematicians, and mathematics teacher educators". *Journal of Mathematics Teacher Education*. Vol. 10, No 2, pages 95-121.
- MELETIOU-MAVROTHERIS, M. (2011). "Online Communities of Practice as Vehicles for Teacher Professional Development". In: A. Juan; M. A. Huertas; S. Trenholm; C. Steegmann (eds). *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*. IGI Global. Pages 142-166.
- MELETIOU-MAVROTHERIS, M.; SERRADÓ, A. (2011). "Distance Education of Statistics Teachers". In: C. Batanero; G. Burrill; C. Reading (eds). *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study: The 18<sup>th</sup> ICMI Study*. DOI 10.1007/978-94-007-1131-0\_36. Springer Dordrecht Heidelberg London New York. Pages 383-394.
- RIVERIN S.; STACEY, E. (2007). "The Evolution of an Online Community – A Case Study". *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. Vol. 2, No 3, pages 267-297.
- ROURKE, L.; KANUKA, H. (2007). "Barriers to Online Critical Discourse". *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*. Vol. 2, No 1, pages 105-126.
- TUDOR, G. (2006). "Teaching Introductory Statistics Online – Satisfying the Students". *Journal of Statistics Education*. Vol. 14, No 1.
- VERMEIRE, L.; CARBONEZ, A.; DARIUS, P.; FRESEN, J. (2002). "Just-in-time Network Based Statistical Learning: Tools Development and Implementation". In: B. Phillips (ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS6)*. Cape Town, South Africa: IASE.
- WATSON, J. M.; NATHAN, E. L. (2010). "Biased Sampling and PCK: The Case of the Marijuana Problem". In: L. Sparrow; B. Kissane; C. Hurst (eds). *Shaping the future of mathematics education: Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. Fremantle: MERGA.

ZHAO, Y.; ROP, S. (2001). *A critical review of the literature on electronic networks as reflective discourse communities for inservice teachers* [online document]. [Accessed: 30 July 2011].  
<<http://www.ciera.org/library/reports/inquiry-3/3-014/3-014.pdf>>

## About the Authors

*Maria Meletiou-Mavrotheris*

[m.mavrotheris@euc.ac.cy](mailto:m.mavrotheris@euc.ac.cy)

Associate Professor, Department of Education Sciences, European University Cyprus

Maria Meletiou-Mavrotheris is an associate professor at the European University Cyprus and director of the Research Laboratory in ICT-Enhanced Education. She holds a doctorate in Mathematics Education awarded by the University of Texas at Austin (UT Austin) (2000) and a master of arts in Open and Distance Learning awarded by the Open University in the United Kingdom (2008). She also holds a master of science in Engineering (1998), a master of science in Statistics (1993) and a bachelor of arts in Mathematics (1991) from UT Austin. She has established a respected research record through several publications in prestigious journals and has managed to obtain considerable funding in support of her research. Indicative EU-funded programs in which she has participated in the capacity of coordinator or research collaborator include LLP-Grundtvig, Socrates Minerva and Comenius, Leonardo da Vinci and Eureka. All of these multinational programs focus on technology-enabled education, specifically on the use of innovative technologies in mathematics and science teaching and learning at school and higher education levels, and in vocational training.

European University Cyprus  
6 Diogenous St.  
1516 Nicosia  
Cyprus

Ana Serradó Bayés

ana.serrado@gm.uca.es

Secondary School Teacher, In-Service Teacher Trainer, La Salle-Buen Consejo

Ana Serradó Bayés holds a bachelor's degree in Mathematics and a master's degree in School Organization awarded by the Autonomous University of Barcelona, and a doctorate in Philosophy and Science Education awarded by the University of Cadiz. She is a secondary school teacher at La Salle-Buen Consejo in Puerto Real, Spain, and an in-service teacher trainer. She is a group coordinator for in-service teacher training (Government of Andalusia, Spain). She is also the Spanish coordinator of the International Statistical Literacy Project supported by ISI (International Statistical Institute). She is a member of several professional organizations, including SEIEM (Spanish Society of Research into Mathematics Education) and IASE (International Association of Statistics Education). Her research focuses on the application of information and communication technologies to mathematics and statistics learning, and on the role of reading on mathematics learning. She has more than 70 publications related to Mathematics and Statistics Education, and serves as referee for numerous national and international journals.

La Salle-Buen Consejo

Teresa de Calcuta, 70

11510 Puerto Real, Cadiz

Spain



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.

**Dossier “Mathematical e-learning”**

## ARTICLE

# On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses

**Mónica Blanco**

monica.blanco@upc.edu

Lecturer in Applied Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC)

**Marta Ginovart**

marta.ginovart@upc.edu

Lecturer in Applied Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC)

Submitted in: July 2011  
Accepted in: November 2011  
Published in: January 2012

**Recommended citation**

BLANCO, Mónica; GINOVART, Marta (2012). “On How Moodle Quizzes Can Contribute to the Formative e-Assessment of First-Year Engineering Students in Mathematics Courses”. In: “Mathematical e-learning” [online dossier]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 354-370 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart/v9n1-blanco-ginovart-eng>>

ISSN 1698-580X

## Abstract

Given the importance of formative assessment in the context of the European Higher Education Area, it is necessary to explore new tools to implement innovative strategies for the formative assessment of students. Moodle's quiz module represents an alternative to traditional tools, such as paper-and-pencil tests. In 2008, we carried out a project subsidised by the Institute of Education Sciences at the Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC), the main aim of which was to elaborate a number of Moodle question pools and to design, implement and assess a series of quizzes from these pools. The project covered the compulsory undergraduate subjects in applied mathematics included in the first- and second-year syllabuses for all branches of Engineering. From the students' results, it was then necessary to examine and revise the reliability of the quizzes as an assessment tool of the teaching and learning process. The analysis of the psychometric coefficients provided by Moodle proved to be a useful tool for assessing whether the questions had an appropriate level of difficulty and were suitable for discriminating between good and bad performers. Taking into account the psychometric analysis of this first project, in 2009 we initiated a new project, in which we planned to revise thoroughly the quizzes created in the former project, to improve their suitability as an assessment tool. This paper shows: i) the students' results in the quizzes performed in the two academic years in the courses Mathematics 1 and Mathematics 2 – both taught in the first year of the four bachelor's degree programmes in Biological Systems Engineering organised by the School of Agricultural Engineering of Barcelona at the UPC, as well as the students' attitudes towards activities of this kind; and ii) the revision and fine-tuning of the quizzes from the psychometric analysis to improve their reliability. Finally, the analysis of the results reported leads to a discussion on the advisability of using this tool for the formative assessment of students.

## Keywords

mathematics, quizzes, Moodle, assessment, psychometric analysis

## *Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería*

### *Resumen*

*En el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior, en el que la evaluación formativa desempeña un papel esencial, es necesario explorar nuevas herramientas con el fin de implementar estrategias innovadoras de seguimiento y evaluación de los estudiantes. El módulo de cuestionarios en el entorno Moodle representa una alternativa frente a las metodologías tradicionales, como pueden ser las pruebas escritas. En el marco de las ayudas para la mejora de la docencia concedidas por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC), durante el curso académico 2008/2009 se llevó a cabo un proyecto docente cuyo objetivo principal era el diseño de preguntas tipo test y su posterior implementación en cuestionarios del entorno Moodle para asignaturas de matemáticas y estadística correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería. Con los resultados de los cuestionarios realizados por los estudiantes, se vio que era conveniente analizar y revisar su fiabilidad y adecuación para avalar estas actividades de evaluación del proceso de aprendizaje. El análisis de los coeficientes psicométricos facilitados por Moodle resultó ser una herramienta útil a la hora de valorar si las cuestiones propuestas tenían el nivel de dificultad adecuado y si, en consecuencia, eran convenientes para discriminar entre buenas y malas prácticas. En el marco de otro proyecto, también subvencionado por la UPC, durante el siguiente curso académico 2009/2010 se revisaron de forma exhaustiva los cuestionarios implementados con el fin de mejorar su eficiencia como herramienta de evaluación. En este trabajo se presentan: i) los resultados de los cuestionarios realizados por los estudiantes durante esos dos cursos académicos en las*

*asignaturas Matemáticas 1 y Matemáticas 2 de primer año de los cuatro grados de Ingeniería de Biosistemas de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona de la UPC, así como la opinión de los estudiantes sobre este tipo de actividad, ii) la revisión y adaptación de los cuestionarios a partir de los índices psicométricos para mejorar su eficiencia. Finalmente, a partir de los resultados analizados se hace una reflexión sobre la conveniencia de utilizar este tipo de herramientas para la evaluación formativa de los estudiantes.*

### **Palabras clave**

*matemáticas, cuestionarios, Moodle, evaluación, análisis psicométrico*

## 1. Introduction

The Bologna Declaration and the implementation in 2010 of the European Higher Education Area (EHEA) brought about crucial changes both in the curriculum and in teaching-learning methodologies in university studies (ENQA, 2005). The EHEA promotes a student-centred system based on the student workload required to achieve the objectives of a programme of study. These objectives should be articulated in terms of learning outcomes to be acquired. Learning outcomes are sets of competencies, expressing what the student will know, understand or be able to do after completion of a process of learning. Competencies represent a dynamic combination of attributes, abilities and attitudes, which should correspond to specified learning outcomes. In this framework, student workload consists of the time required to complete all planned learning activities such as attending lectures, seminars, independent and private study, project preparation and examinations. The assessment of students is a cornerstone of the EHEA and is expected to “measure the achievement of the intended learning outcomes and other programme objectives” (ENQA, 2005). ENQA’s guidelines for the assessment of students also include desirable procedures that should be followed in the assessment process.

According to the EHEA guidelines, it is clear that formative practices are a central component in the assessment of students. Among the aspects that lecturers must take into account when designing and developing tools for formative assessment of the teaching-learning process, we would stress the following: i) To reflect on actions before, during and after the learning process, on the part of the lecturer and the learner; ii) To include assessments for both learning outcomes and learning processes; iii) To provide feedback to improve both the teaching and the learning processes; iv) To incorporate student self-assessment and self-regulation procedures; and v) To explain and share evaluation criteria with students.

Furthermore, several studies have pointed out the increasing role of information and communication technologies (ICTs) in the field of assessment (Delgado and Oliver, 2006; Graff, 2004; Steegmann et al., 2008), to the extent that *e-assessment* has emerged as a new issue in the educational arena (Brinck and Lautenbach, 2011; Crews and Curtis, 2011; Daly et al., 2010; Ferrão, 2010). Given the importance of formative assessment in the context of the EHEA, it is fundamental



to explore new evaluation strategies to innovate assessment methods. As Ferrão (2010) points out, the system of e-assessment must have the hardware and software necessary for test generation and administration.

Most Spanish universities have adopted Moodle as a learning management system (LMS) to help educators create quality online courses and administer learner outcomes (Steedmann et al. 2008). Therefore, in this paper we focus on the quiz module provided by Moodle. This module allows for the creation of quizzes with different question types, adapted to the specific objectives to be achieved at any step in the teaching-learning process, supplying prompt, automatic feedback. A powerful tool for monitoring and diagnosing students' learning, Moodle's quiz module represents an alternative to traditional face-to-face courses and paper-based testing. Regarding the quality of the e-assessment system, Moodle's quiz module supplies statistical methods to measure the reliability of the tests (Ferrão, 2010). It has been argued that, in relation to the use of ICTs, the boundaries between formative and summative assessment become blurred (Daly et al., 2010). However, if technologies are used to carry out low-stakes assessment activities on a regular basis, they can contribute to formative assessment. Moodle quizzes not only prove suitable for carrying out such activities, but they can also be modified and adapted according to learners' needs. As discussed in Daly et al. (2010), adaptivity is a key feature of e-assessment, since feedback is used formatively by learners to adapt their conceptions and approaches to a task, and by lecturers to adapt a task to learners' needs. We are well aware that quizzes have become a widely used tool for assessment in recent years (Ferrão, 2010). However, to our knowledge, there is no detailed survey on how to make the most of psychometric coefficients to refine quizzes implemented in undergraduate mathematical courses.

This paper reports on the main outcomes of two educational projects where Moodle quizzes were used as a tool for formative e-assessment in the context of two compulsory undergraduate mathematical courses. The projects aimed:

1. To design a number of quizzes to assess regularly the topics of the two courses, with a subsequent analysis of the learners' results and their correlation with other teaching-learning activities involved in the courses, as well as to collect the students' attitudes towards e-assessment.
2. To carry out a psychometric analysis as a means of feedback on the learning activities in order to adapt them to the learners' needs and therefore to refine and improve their reliability as a tool for formative e-assessment.

## 2. Material and methods

Since 2009, the School of Agricultural Engineering of Barcelona (ESAB) at the Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC) has offered the following bachelor's degree qualifications in Biosystems Engineering: Degree in Agricultural Engineering, Degree in Biological Systems Engineering, Degree in Agro-Environmental and Landscape Engineering, and Degree in Food Engineering. The four bachelor's degrees share a set of compulsory subjects in the first and second years, which count as six European Credit Transfer System (ECTS) credits each. Two first-year courses in mathematics,

Mathematics 1 and Mathematics 2, are included in this initial common set. It is worth noting here that the essentially biological profile of the ESAB has arguably contributed to the students' poor motivation in mathematical and statistical areas, and this has traditionally resulted in low pass rates. In order to improve the learning outcomes and to motivate the students, we decided to launch a series of low-stakes tasks as an incentive (Lim et al., 2011). Yet, if we wanted to meet the EHEA guidelines on assessment while dealing with a growing number of students, this would doubtless mean an increase in teaching staff workload. In order to carry out continuous assessment of our students without investing an excessive amount of time marking, it seemed appropriate to resort to the range of e-tools available.

In 2005, the UPC started to use Moodle, an open-source LMS that offers a wide variety of teaching tools (Cole, 2005). In order to make the most of the tools available, we started exploring Moodle's assessment facilities. In 2008/2009, we carried out a project subsidised by the Institute of Education Sciences at the UPC, the main aim of which was to design, elaborate and implement a substantial range of Moodle question pools for quizzes (*"Creació de qüestionaris des de l'entorn Moodle per a assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria"*). The project covered the compulsory undergraduate subjects in applied mathematics included in the first- and second-year syllabuses for all branches of Engineering. In practice, it was mainly centred on Mathematics 1 (M1) and Mathematics 2 (M2), compulsory for all students enrolled in the ESAB. In this project, we analyzed the students' answers, and carried out a psychometric analysis to identify the appropriateness of the questions asked in the quizzes. It is important to stress that a preliminary experience was carried out with a small group of students the year before the new bachelor's degree system started. This initial experience seemed to suggest that Moodle quizzes were certainly useful for the promotion of student involvement in mathematical subjects.

However, it is essential to bear in mind that the whole process should be permanently revised and updated. Therefore, carrying out an evaluation of the various experiences in Mathematics 1 and Mathematics 2 provided the research group with insights into the entire assessment process.

From those initial experiences, we planned to generate improved quizzes suitable for the mathematics courses mentioned above. The psychometric analysis provided by Moodle was a great tool for assessing whether the questions were suitable for discriminating between good and bad performers, with an appropriate level of difficulty.

Taking account of the psychometric analysis of that first project, in 2009/2010 we carried out a new project in which we planned to revise thoroughly the quizzes created in the former project in order to improve their reliability as an assessment tool (*"Revisió i millora de l'eficiència de qüestionaris MOODLE implementats en assignatures de matemàtiques i estadística corresponents a primers cursos de titulacions d'enginyeria"*).

In order to supervise the students' progress at different stages of the learning process (Heck and Van Gastel, 2006), we created quizzes for different contexts, such as diagnostic and post-performance tests, computer lab sessions and chapter checking after the accomplishment of each unit of content. This contribution focuses on the set of Moodle quizzes that were designed as take-home assignments for chapter checking, to be completed within a given time frame. The topics covered by each of the

quizzes in Mathematics 1 and Mathematics 2 were aligned with the learning goals and required outcomes of the course (Tables 1 and 2). Since different kinds of questions can help to develop different skills (Smith et al., 1996; Blanco et al., 2009), the questions used in these quizzes were of several types: multiple-choice, true/false, short-answer, numerical, matching and embedded (cloze) (Table 3).

Summative assessment in both courses is carried out on the basis of a weighted formula computed as follows: two or three written tests during the semester (45%); a cumulative final written exam (40%); computer lab sessions (5%); quizzes (5%); and several homework and coursework assignments (5%). It is within this framework that the quizzes have to be considered.

Table 1. Topics covered by quizzes in Mathematics 1.

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Functions of a real variable	Functions of several real variables	Determinants and Systems of linear equations	Complex numbers	Optimization of functions of a real variable	Optimization of functions of several real variables

Table 2. Topics covered by quizzes in Mathematics 2 (ODEs: Ordinary Differential Equations).

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
Basic integration by substitution	Integration by substitution	Integration by parts	Integration by partial fractions	General topics on ODEs	Separable ODEs	Homogeneous ODEs	

Table 3. Number of questions and question types corresponding to the first project (changes made in the second project in brackets).

	Number of questions	Multiple-choice	True/False	Matching	Short-answer/ Numerical	Cloze
M1	83	65 (60)	10 (18)	3	5 (2)	
M2	59	19	38			2

### 3. Results and discussion

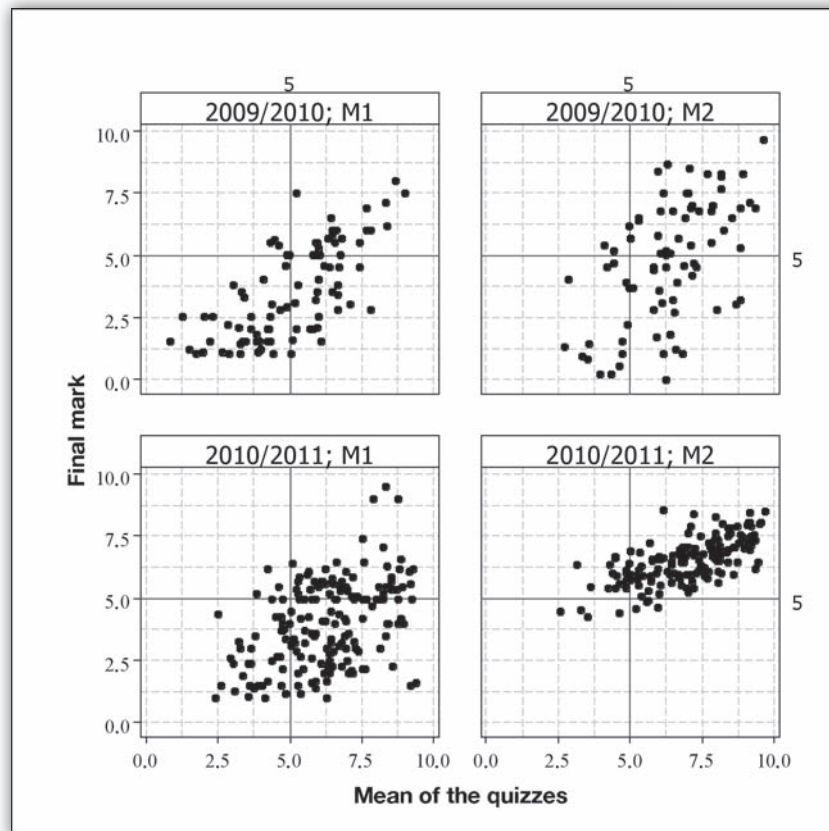
As an interactive and dynamic tool, Moodle quizzes have an impact on the lecturers' and students' attitudes towards computer-assisted assessment. Moreover, the fact that the number of enrolled students has been growing in recent years means that we have to apply the EHEA guidelines (ENQA 2005) to groups of 60 students or more. Hence, the automatic assessment offered by the quizzes can free up time for lecturers to concentrate on other aspects of the learning process (Blanco et al., 2009). As mentioned earlier, the UPC's LMS – Atenea – is based on Moodle. From the very beginning, the university's strategy has been to encourage lecturers and students to use this LMS to work towards

the learning and teaching process as understood by the EHEA. So, the use of Moodle's quiz module, as described in this paper, is a move in that direction. This section is organized as follows. The first subsection analyzes the students' results for the quizzes set in both academic years (2009/2010 and 2010/2011). The second subsection presents the main results for the psychometric analysis of the quizzes. The third and final subsection discusses the students' opinions on the quizzes.

### 3.1. Analysis of the students' results

In the context of our projects, Moodle's quiz module provided information about which questions our students got wrong or partially right, overall quiz results and individual responses. In both projects, we performed a linear regression analysis relating the score mean of the quizzes to the final mark of Mathematics 1 and Mathematics 2, computed using the above-mentioned weighted formula (Figure 1). Overall, the analysis was significant and displayed a good positive linear correlation, with the following correlation coefficients: 0.69 ( $p$ -value $<0.001$ ) for M1 in 2009/2010 (with  $N_1=91$  students); 0.55 ( $p$ -value $<0.001$ ) for M2 in 2009/2010 (with  $N_2=78$  students); 0.44 ( $p$ -value $<0.001$ ) for M1 in 2010/2011 (with  $N_3=176$  students); and 0.67 ( $p$ -value $<0.001$ ) for M2 in 2010/2011 (with  $N_4=154$  students). These results led us to conclude that Moodle quizzes can be regarded as a suitable tool to inform students of their performance throughout the learning process, in line with Ferrão (2010).

It is interesting to note that, from the data, it is possible to recognize the different strategies that the students use to pass the course. These different behaviours can explain some of the atypical or extreme observations collected over the two years in question. The year 2009/2010 was an exceptional course because there were only new students in the two courses, that is, none of them were retaking the year. In contrast, in the following year, new students and students retaking the course were mixed in the same classroom. The behaviour of the latter was noticeable; their quiz results were different from those of the former (Figure 1). Moreover, it is evident that the results for the Mathematics 2 course were better than those for the Mathematics 1 course, especially in 2009/2010. This is understandable in the following context: i) the nature of the topics of this second subject of mathematics is different from the first one, with new topics for all the students and, in some way, independent from those studied in previous mathematics courses at high school (Tables 1 and 2); ii) the students of Mathematics 2 have already gone through a previous mathematics course and have therefore learnt how to adapt successfully to the environment; and iii) the students who chose to pursue the second subject are the good students from the previous semester (that is to say, they passed Mathematics 1) or, if they were retaking the course, they may have had some advantage over the students taking the subject for the first time. This aspect becomes much more evident in the year 2010/2011, Mathematics 2, as Figure 1 shows. The four scatter plots show a higher concentration of points in the first and third quadrants. When it comes to Mathematics 2 in 2010/2011, it is true that marks are mainly concentrated in the first quadrant only. This means that most of the students who took the quizzes, passed both the quizzes and the course in general, thus providing more evidence supporting the particular nature of Mathematics 2 observed in the second academic year.



**Figure 1.** Scatter diagrams of the mean of the students' scores in the quizzes and the final mark in the two subjects (M1: Mathematics 1, and M2: Mathematics 2) in the years 2009/2010 and 2010/2011.

### 3.2. Psychometric analysis

As Ferrão (2010) argues, the e-assessment system must provide a set of tools to analyze the reliability of the tests and, consequently, to ensure the quality of the system. Psychometric analysis is a great tool for assessing whether the quizzes are a reliable instrument for measuring the students' performance, attitudes and abilities (Heck and Van Gastel, 2006). Moodle's quiz module performs the item analysis of a quiz, a particular tool associated with psychometrics. Having performed the item analysis, the module allows all the statistical reports to be exported as a spreadsheet file, rendering all the information easier to manage.

In this section, we discuss two parameters provided by the item analysis of the quizzes: the Facility Index (FI) and the Discrimination Coefficient (DC). These parameters, calculated as explained by classical test theory, can help us answer whether the questions are well chosen in order to demonstrate concepts and of an appropriate level of difficulty, and whether the questions are suitable enough to discriminate between good and bad performers. The FI describes the overall difficulty of the questions. This index represents the ratio of users that answer a question correctly. In principle, a very high or low FI suggests that a question is not useful as an instrument of measurement. The DC is a correlation coefficient between scores at the item and at the whole quiz level, ranging from -1 to +1. This is another measure of the separating power of the item to distinguish proficient from weak learners.

Although it is necessary to be cautious when relying upon item-discrimination parameters (Burton, 2001), we opted for the DC because it is associated with the Moodle tools available. In addition, since the quizzes did not contain disparate topics, as Tables 1 and 2 show, they met one of the requirements indicated by Burton (2001) for the performance of a more reliable item-discrimination analysis.

At the beginning of the first project, we decided to group the DC values into three categories: Low ( $DC < 0.33$ ), Medium and High ( $DC > 0.66$ ). In order to discard those questions with FI values that were either too low or too high, the boundaries were set at 15 and 85, respectively. Quizzes with just a few questions with FI values between 15 and 85 should be newly constructed, as should those with low DC values. In 2009/2010, we set ourselves the goal of revising and redesigning those quizzes with low DC values or with FI values that were either too low or too high.

When it comes to Mathematics 1, from the information provided by Moodle, only those questions with FI values that were either very low or very high should be rewritten, as should those with low DC values. In Blanco and Ginovart (2010b), there is a detailed description of how the revision of questions was tackled. Once revised, the quizzes were run again and a new psychometric analysis was carried out. Table 4 shows that the results of the psychometric analysis obtained in the second year are generally better than those obtained in the first year. Another way to display the results of the psychometric analysis is to focus on the individual quiz questions, rather than on the quizzes as units. The plots in Figure 2 and Figure 3 seem to indicate an improvement in the psychometric analysis after the revision, with higher DC values in the second year than in the first year.

Table 4. Mathematics 1: Psychometric analysis corresponding to 2009/2010 and 2010/2011.

<i>M1</i>		<i>FI (%)</i>		<i>DC</i>		
		<i>Range</i>	<i>% of questions with FI between 15 and 85</i>	<i>% of questions with Low DC</i>	<i>% of questions with Medium DC</i>	<i>% of questions with High DC</i>
Q1	2009/2010	14-82	93.3	20	80	0
	2010/2011	36-84	100	0	100	0
Q2	2009/2010	32-85	100	13	74	13
	2010/2011	41-91	80	7	80	13
Q3	2009/2010	22-87	94.1	18	76	6
	2010/2011	25-96	64.7	12	82	6
Q4	2009/2010	57-86	90	0	90	10
	2010/2011	23-87	90	20	70	10
Q5	2009/2010	24-73	100	21	50	29
	2010/2011	21-86	92.9	7	86	7
Q6	2009/2010	29-66	100	8	76	16
	2010/2011	18-78	100	8	76	16

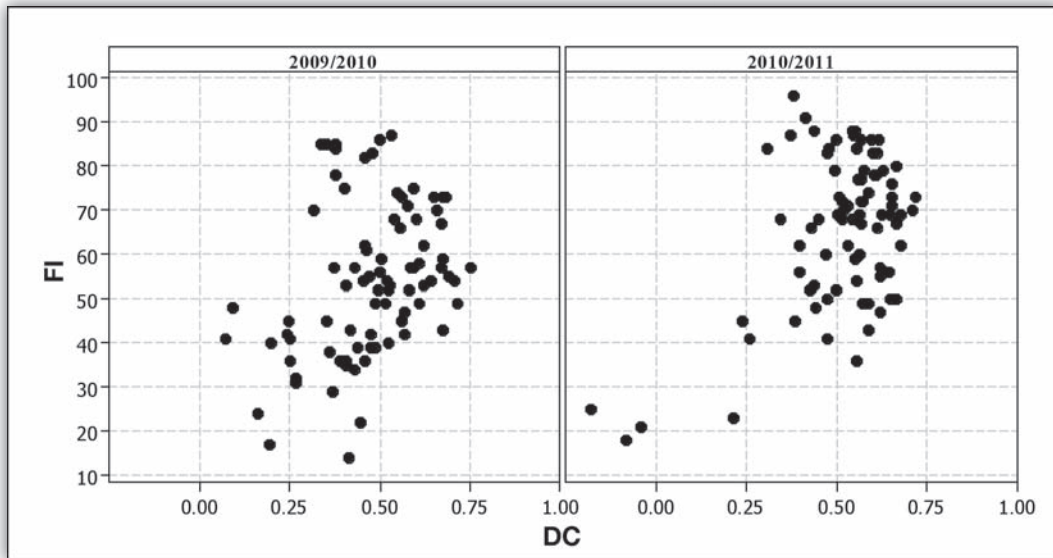


Figure 2. Mathematics 1: Scatter plots of FI and DC, corresponding to all the questions used in the six quizzes in the years 2009/2010 and 2010/2011.

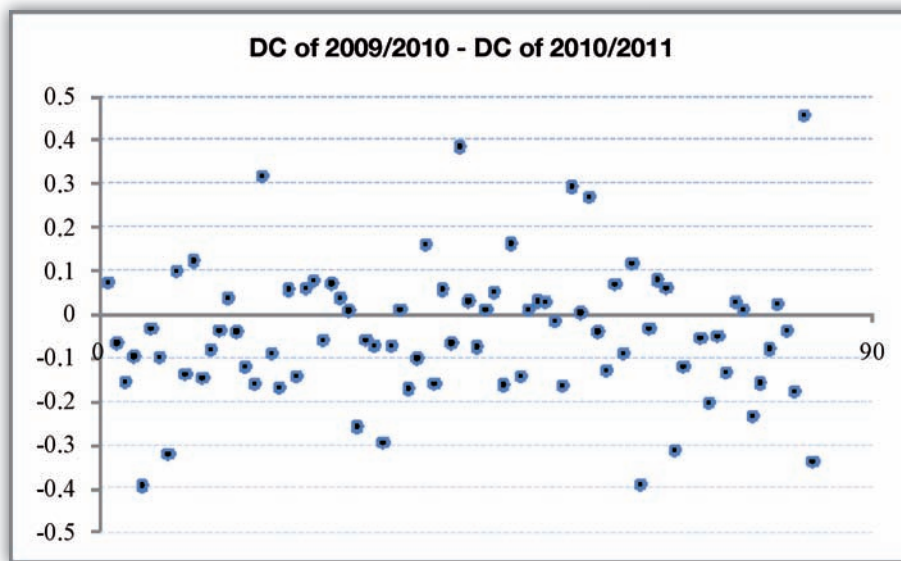


Figure 3. Mathematics 1: Plot of the difference between the DC values in 2009/2010 and in 2010/2011 for each question.

With regard to the eight quizzes performed in Mathematics 2, in the first year (2009/2010), the solutions for the quizzes were made available on the UPC’s virtual teaching campus. There was therefore a risk that this, together with the fact that the quizzes were take-home assignments, might tempt the students to copy the answers from the previous year. Consequently, to prevent the students from cheating, in the second year 2010/2011, we redesigned the quizzes already answered the previous year by introducing a few changes, mainly numerical, enough to maintain the essence and reliability of the quizzes. Nevertheless, this could not be taken for granted, since factors alien to the questions, such as changes in the student cohort or changes in the teaching team, might have an impact on the results of the item analysis of a particular quiz. As Figure 4 suggests, such changes

in the questions, however slight, could lead to different outcomes, depending on the features of the group of students involved. The positive results obtained in the second year, as noted above, are reflected in higher FI values in general. The random distribution of values around zero in Figure 5 aligns with the fact that no specific action was taken to improve the DC of the quiz questions of Mathematics 2, in contrast to Figure 3, where the values tend to concentrate in the area below zero. Notwithstanding the slight changes made to the quizzes, it is possible to assert that they maintained their DC values in the main. This is therefore acceptable in terms of arguing in favour of the DC's reliability as a psychometric parameter in our study.

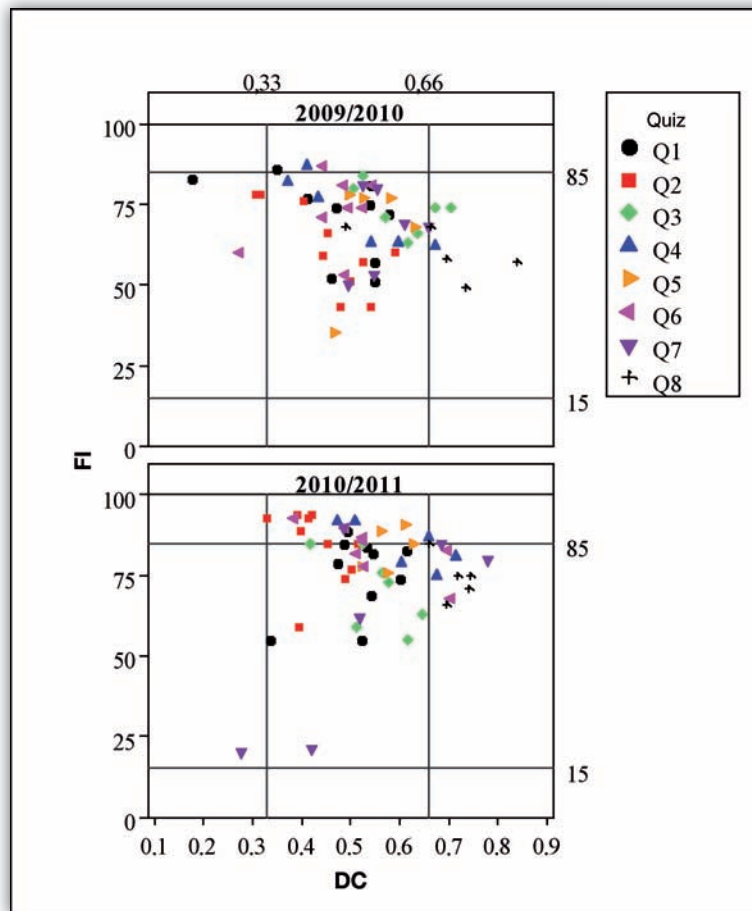


Figure 4. Mathematics 2: Scatter plots of FI and DC, corresponding to all the questions used in the eight quizzes in the years 2009/2010 and 2010/2011.



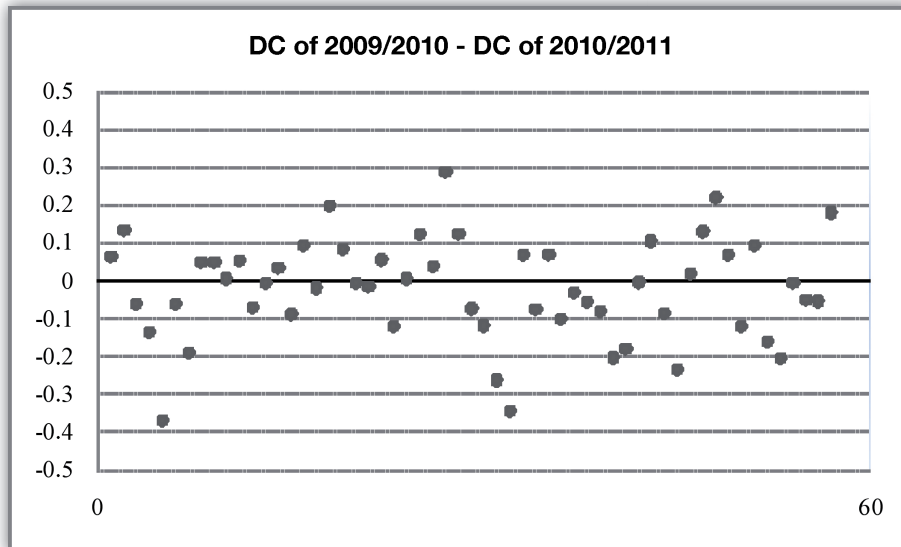


Figure 5. Mathematics 2: Plot of the difference between the DC values in 2009/2010 and in 2010/2011 for each question.

### 3.3. Analysis of the students' ratings of Moodle quizzes

Some years before the creation of the four bachelor's degree courses in Biosystems Engineering at the UPC, the teaching and learning of mathematical topics at the ESAB was hindered by the students' underachievement, absenteeism and lack of motivation. In order to overcome such obstacles, we decided to work on a new design for the subjects with a substantial increase in the use of computer-assisted methodologies. Therefore, we designed a methodology based on the use of electronic tools aiming at solving standard problems and fostering lecturer-student communication.

At the end of each semester of the academic years 2009/2010 and 2010/2011, we asked our students to rate certain aspects of the quizzes performed and of the use of Moodle. Even though this is not the only source of feedback, the students' ratings provide an excellent guide for designing the teaching process and, in particular, for assessing student motivation. The interaction between the lecturer and the learner helps the former to adapt the learning and assessment tasks to the latter's needs (Daly et al., 2010). Table 5 gives a summary of their answers.

The students were also invited to note down the positive and negative aspects of the quizzes. It is important to underscore the following positive aspects, as expressed by the students themselves:

*"It is an easy way to put into practice the theoretical concepts learnt in class"*

*"Quizzes are entertaining"*

*"Quizzes provide an instantaneous correction of my responses"*

*"Quizzes helped me to be in contact with the subject"*

*"It is an indirect way to enhance the study"*

When it comes to the negative aspects, the students not only tended to regard the time available to perform a quiz as insufficient, but they also complained about the poor feedback provided once

the quizzes had been performed. Moreover, when asked what improvements they would suggest, the students placed emphasis on getting more feedback on the answers.

Yet, from the results shown in Table 5 and the positive and negative aspects mentioned above, our overall impression is that the students of Mathematics 1 and 2 regarded the quizzes performed positively, both in 2009/2010 and in 2010/2011.

Here it should be noted that the authors undertook a similar project dealing with Moodle quizzes on a Statistics course (Blanco and Ginovart, 2010a). The results of this experience, in keeping with the results obtained in Mathematics 1 and Mathematics 2, would support the advisability of using this type of formative assessment in teaching and learning in higher education.

Table 5. Mathematics 1 and Mathematics 2: The students' ratings.

QUESTION	2009/2010 M2 n=83 (%)	2010/2011 M1 n=158 (%)
<b>Have you used Moodle before on this course?</b>		
Not at all	21.7	7.0
Rarely	30.1	16.5
Sometimes	32.5	53.8
Often	10.8	17.1
Always	4.8	5.7
<b>Overall, I would rate the quizzes performed as</b>		
Very poor	0.0	3.1
Poor	12.0	8.8
Satisfactory	41.0	40.9
Good	33.7	40.3
Very good	13.3	6.9
<b>The quizzes helped me to understand some of the topics covered in the theoretical classes</b>	4.8	6.3
Strongly disagree	15.7	8.2
Disagree	21.7	36.1
Neutral	42.2	41.1
Agree	15.7	8.2
Strongly agree		
<b>Once answered, I got enough information about correct answers</b>		
Strongly disagree	4.8	8.2
Disagree	22.9	22.0
Neutral	31.3	34.6
Agree	30.1	25.8
Strongly agree	10.8	9.4
<b>Performing the quizzes has made me more interested in the subject</b>		
Strongly disagree	2.4	8.2
Disagree	16.9	16.5
Neutral	41.0	52.5
Agree	30.1	17.7
Strongly agree	9.6	5.1

QUESTION	2009/2010 M2 n=83 (%)	2010/2011 M1 n=158 (%)
<b>I think my scores in quizzes were fair</b>		
Strongly disagree	3.7	2.5
Disagree	4.9	3.8
Neutral	25.6	19.6
Agree	41.5	53.2
Strongly agree	24.4	20.9

## 4. Conclusions

This paper has presented the results obtained from two projects subsidised by the Institute of Education Sciences at the UPC, the main aim of which was to design and implement a number of Moodle quizzes for the formative e-assessment of students enrolled on mathematics courses for Engineering bachelor's degrees. Subsequently, the reliability of the quizzes as assessment tools was analyzed to ensure the quality of the e-assessment system proposed.

Following the ENQA's report about the standards and guidelines for quality assurance in European higher education, the design and development of the Moodle quizzes involved a reflection that was clearly motivated by the diverse aspects of the teaching-learning process, on the part of the lecturer and the learner.

First of all, it was fundamental to prove whether the consistency of the e-assessment system used aligned with that of the traditional assessment tools used so far. The correlation between scores in the quizzes and the final mark of each subject (Mathematics 1 and Mathematics 2) for the years 2009/2010 and 2010/2011 showed that Moodle quizzes could be regarded as a suitable tool to inform students of their performance throughout the learning process. In addition, the particular use of the quizzes as low-stakes assessment activities for chapter checking contributed to the promotion of student self-regulation and regular work throughout the year. Therefore, this paper provides evidence that Moodle quizzes represent a consistent alternative to open-ended tests in terms of continuous and formative assessment.

In order to meet the requirements of formative assessment, the e-assessment system had to supply tools for the lecturers to adapt an activity to the learners' needs, thus improving its reliability from the feedback obtained. The item analysis provided by Moodle's quiz module turned out to be an interesting psychometric tool to estimate, refine and improve the reliability of quiz questions. In relation to the psychometric analysis performed with the 14 quizzes and with the responses of around 500 students, we achieved a significant step forward in the treatment and comprehension of two indicators, namely, the Facility Index and the Discrimination Coefficient.

Finally, a key aspect in the design and development of the e-assessment system was to check whether the students had a favourable view of it. The fact that the students' ratings of the Moodle quizzes were very positive reinforced the idea that activities of this kind were suitable for mathematics

teaching and learning. But not solely mathematics, since the system could be extrapolated naturally to other courses. The results reported in this paper, as well as the students' attitudes, are very encouraging in terms of continuing to work with this e-assessment system and even extending it to other disciplines in the future.

The experience acquired in the development of the reported projects, together with the data generated by the implementation of the quizzes, allowed us to visualize an optimal way to drive forward the effective use of Moodle's quiz module for the formative assessment of students in keeping with the EHEA guidelines. It is worth noting that, by means of this e-assessment system, we managed to carry out the continuous formative assessment of a considerable number of students without overburdening the lecturers with marking or jeopardising assessment quality. This would not have been possible if we had not made full use of Moodle as the LMS supported by our university; this greatly facilitated not only the implementation of tools, but also the collection and analysis of the results. In short, from the results presented in this paper, we can conclude that Moodle quizzes are a consistent and reliable tool for formative e-assessment and consequently we hope that our study will become a reference for further uses of the quiz module.

## Acknowledgments

We gratefully acknowledge the financial support received from the Institute of Education Sciences (UPC).

## References

- BLANCO, M.; GINOVART, M. (2010a). "Moodle quizzes for assessing statistical topics in engineering studies". In: K. Resetova (ed.). *Proceedings of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010. Diversity unifies – Diversity in Engineering Education*. Brussels: SEFI.
- BLANCO, M.; GINOVART, M. (2010b). "Análisis de la eficiencia de cuestionarios Moodle como herramienta de evaluación de asignaturas de matemáticas correspondientes a primeros cursos de titulaciones de ingeniería". In: *Proceedings of the VI CIDUI: New Areas of Quality in Higher Education. A comparative and trend analysis*. Barcelona: UPC.
- BLANCO, M.; ESTELA, M. R.; GINOVART, M.; SAAÀ, J. (2009). "Computer Assisted Assessment through Moodle Quizzes for Calculus in an Engineering Undergraduate Course". *Quaderni di Ricerca in Didattica (Scienze Matematiche)*. Vol. 9, No 2, pages 78-84.
- BRINCK, R.; LAUTENBACH, G. (2011). "Electronic assessment in higher education". *Educational Studies*. Vol. 37, No 5, pages 503-512.
- BURTON, R. F. (2001). "Do Item-discrimination Indices Really Help Us to Improve Our Tests?". *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 26, No 3, pages 213-220.
- COLE, J. (2005). *Using Moodle. Teaching with the popular open source course management system*. Sebastopol (CA): O'Reilly Community Press.

- CREWS, T. B.; CURTIS, D. F. (2011). "Online Course Evaluations: Faculty Perspective and Strategies for Improved Response Rates". *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 36, No 7, pages 865-878.
- DALY, C.; PACHLER, N.; MOR, Y.; MELLAR, H. (2010). "Exploring formative e-assessment: using case stories and design patterns". *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 35, No 5, pages 619-636.
- DELGADO, A. M.; OLIVER, R. (2006). "La evaluación continua en un nuevo escenario docente / Continuous assessment in the new teaching scenario". *RUSC*. Vol. 3, No 1, pages 1-13.
- ENQA (2005). *ENQA report on Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area*. Helsinki: Multiprint.
- FERRÃO, M. (2010). "E-assessment within the Bologna paradigm: evidence from Portugal". *Assessment & Evaluation in Higher Education*. Vol. 35, No 7, pages 819-830.
- GRAFF, M. (2003). "Cognitive Style and Attitudes Towards Using Online Learning and Assessment Methods". *Electronic Journal of e-Learning*, Vol. 1, No 1, pages 21-28.
- HECK, A.; VAN GASTEL, L. (2006). "Mathematics on the threshold". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 37, No 8, pages 925-945.
- LIM, L. L.; THIEL, D. V.; SEARLES, D. J. (2011). "Fine tuning the teaching methods used for second year university mathematics". *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Pages 1-9, iFirst.
- SMITH, G. H.; WOOD, L. N.; COUPLAND, M.; STEPHENSON, B.; CRAWFORD, K.; BALL, G. (1996). "Constructing mathematical examinations to assess a range of knowledge and skills". *International Journal for Mathematical Education in Science and Technology*. Vol. 27, No 1, pages 65-77.
- STEEGMANN, C.; HUERTAS, M. A.; JUAN, A. A.; PRAT, M. (2008). "E-learning de las asignaturas del ámbito matemático-estadístico en las universidades españolas: oportunidades, retos, estado actual y tendencias / E-learning in the area of maths and statistics in Spanish universities: opportunities, challenges, current situation and trends". *RUSC*. Vol. 5, No 2, pages 1-14.

## About the Authors

Mónica Blanco

monica.blanco@upc.edu

Lecturer in Applied Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC)

She holds a bachelor's degree in Mathematics awarded by the University of Barcelona and a doctorate in Mathematics awarded by the Autonomous university of Barcelona. Her research focuses on the history of mathematics and on statistical data analysis. She has participated in several education innovation projects to improve mathematics learning. She teaches on the four bachelor's degree courses in Biosystems Engineering at the UPC and in the Faculty of Mathematics at the same university. She has also been an adjunct lecturer at Rovira i Virgili University and a tutor at the National University of Distance Education, Spain.

*Marta Ginovart*

marta.ginovart@upc.edu

Lecturer in Applied Mathematics, Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTech (UPC)

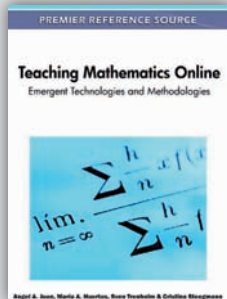
She holds a bachelor's degree in Sciences-Mathematics Section awarded by the Autonomous University of Barcelona and a doctorate in Sciences-Mathematics awarded by the UPC. Her research focuses on the discrete modelling and simulation of biological systems and on statistical data analysis. She has participated in several education innovation projects to improve mathematics learning. She teaches on the four bachelor's degree courses in Biosystems Engineering at the UPC, basically in the mathematics and statistics subjects. She has prepared a variety of teaching materials in order to link her teaching on the Biosystems Engineering courses to her experience in the use of agent-based models (or individual-based models), which offer a number of advantages over certain continuous and more classical models when it comes to studying complex systems and biological systems.

Departament de Matemàtica Aplicada III  
Universitat Politècnica de Catalunya  
Edifici ESAB  
C/ Esteve Terradas, 8  
08860 Castelldefels (Barcelona)  
Spain



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.

## BOOK REVIEW



## *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*

Edited by Angel A. Juan, Maria A. Huertas,  
Sven Trenholm and Cristina Steegmann (2011).

Hershey, PA: IGI Global. 414 pages.

### Hans Cuypers

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Associate Professor of Discrete Mathematics, Eindhoven University of Technology

Submitted in: November 2011

Accepted in: December 2011

Published in: January 2012

### Recommended citation

CUYPERS, Hans (2012). "Book Review of *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, edited by Angel A. Juan, Maria A. Huertas, Sven Trenholm and Cristina Steegmann" [online review]. *Universities and Knowledge Society Journal (RUSC)*. Vol. 9, No 1. pp. 371-376 UOC. [Accessed: dd/mm/yy].

<<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-cuypers/v9n1-cuypers-eng>>

ISSN 1698-580X

### Abstract

The following text reviews the book *Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies*, recently published by IGI Global. This book brings together experiences and best practices related to the use of Web-based and computer-based methodologies to teach and learn mathematics courses in higher education. Although there is a plethora of books on e-learning and also a considerable amount of books on mathematics learning in secondary education, this is – as far as we know – the first book combining e-learning and mathematical education at the university level. Thus, it constitutes a basic reference for academics and practitioners of this constantly emerging field.

### Keywords

e-learning, mathematical education, higher education, computer-supported learning

### ***Resumen***

*El siguiente texto es una reseña del libro Teaching Mathematics Online: Emergent Technologies and Methodologies, publicado recientemente por IGI Global. En él se han reunido una serie de experiencias y mejores prácticas relacionadas con el uso de metodologías basadas en internet y en sistemas informáticos que tienen por objeto la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en el ciclo educativo superior. Pese a la gran cantidad de libros existentes sobre e-learning y la abundancia de obras referidas a la enseñanza de las matemáticas en el ciclo educativo secundario, este es –que sepamos– el primer libro que combina e-learning y enseñanza de las matemáticas a un nivel universitario. Así pues, nos hallamos ante una referencia básica para entornos tanto académicos como profesionales de esta disciplina en constante evolución.*

### ***Palabras clave***

*e-learning, enseñanza de las matemáticas, enseñanza superior, aprendizaje asistido por ordenador*

---

---

In this voluminous book of over 400 pages, the editors bring together 18 chapters on mathematics e-learning. They do so for two main reasons, as quoted below:

- “to provide insight and understanding into practical pedagogical and methodological issues related to mathematics e-learning,” and
- “to provide insight and understanding into current and future trends regarding how mathematics instruction is being facilitated and leveraged with Web-based and other emerging technologies.”

The book contains a variety of chapters, addressing many interesting developments within the area of technology-enhanced mathematics learning. It contains chapters discussing best practices regarding mathematics e-learning in higher education, chapters providing theoretical or applied pedagogical models in mathematics e-learning, chapters describing emerging technologies and mathematical software used in mathematics teaching online, as well as chapters presenting up-to-date research work on how mathematics education is changing through the use of online teaching methods.

The book starts with an introduction by the editors. They give an overview of the various chapters, which they have grouped into the following three sections:

1. Blended Experiences in Mathematics e-Learning
2. Pure Online Experiences in Mathematics e-Learning
3. Mathematics Software & Web Resources for Mathematics e-Learning

The chapters are equally divided over the three sections. We briefly summarize the content of the various sections and chapters.

The first section focuses on experiences in mathematical e-learning, in which face-to-face teaching is blended with distance or online instruction. It starts with a chapter by Miller describing



the successful implementation of an asynchronous model for online discussions on a mathematics course for mathematics teachers. The section continues with a chapter by Abramovitz et al. on a blended experience in calculus courses for undergraduate engineering students, in which online assessments are used to help students understand theoretical concepts and theorems, and with a chapter by B. Loch, in which she describes how screencasts of live lectures as well as screencasts of short snippets of theory or examples have been used within an operations research course to supply online students with just-in-time information. Chapters 4 to 6 by Albano, Perdue and Divjak, respectively, discuss some experiences using general e-learning tools, ranging from LMSs, wikis and speaking avatars to video and social media, to enhance their face-to-face mathematics courses.

The second section of the book is devoted to experiences of purely online mathematics e-learning. It contains two chapters on the use of online communication and collaboration tools by Meletiou-Mavrotheris and by Silverman and Clay, both focusing on the education of mathematics teachers, and two chapters on the use and impact of online teaching material in bridging courses in mathematics for the transition from high school to university by Tempelaar et al. and by Biehler et al. The other two chapters by Jarvis and by Trenholm et al. both identify, review and evaluate a number of models and methods of mathematics e-learning.

The final section of the book is concerned with mathematical software and Web resources for mathematics e-learning. It contains a chapter by Cherkas and Welder reviewing some popular websites, a chapter by Alcazar et al. describing experiences with the software packages WIRIS, GeoGebra, SAGE and Wolfram Alpha, and a chapter by Lokar et al. describing the NAUK.si initiative to create Web-based learning blocks. Badger and Sangwin discuss the use of Gröbner basis techniques in the automatic grading of online exercises involving systems of equations. Misfeldt and Sanne discuss the problems that both students and lecturers face when writing mathematical formulas on a computer, as well as some solutions to these problems. The last chapter by Mac an Bhaird and O'Shea reviews a number of general-purpose software tools to be used in mathematics classes, including podcasts, screencasts and videos.

With this book, the editors have indeed succeeded in reaching their goals. They have brought together a great variety of interesting information about online Web resources and their use in both blended and online mathematics teaching. This collection of chapters provides a good insight into teaching methods, trends and possibilities offered by technology-enhanced mathematics learning.

Mathematics educators will certainly find both information and motivation in several chapters to improve their teaching through the good use of technology and online resources.

### About the book editors

*Ángel A. Juan*

[ajuanp@uoc.edu](mailto:ajuanp@uoc.edu)

Associate Professor of Simulation and Data Analysis, Computer Science Department,  
Open University of Catalonia (UOC)

Angel A. Juan is a researcher at the Internet Interdisciplinary Institute (IN<sup>3</sup>). He holds a doctorate in Applied Computational Mathematics (National University of Distance Education, Spain), a master of science in Information Systems (Open University of Catalonia) and a master of science in Applied Mathematics (University of Valencia). He completed a predoctoral internship at Harvard University and a postdoctoral internship at the MIT Center for Transportation & Logistics. His research interests include simulation-optimization, educational data analysis and mathematical e-learning. He has published over 100 manuscripts in international journals, books and proceedings regarding these fields. He is a member of the INFORMS society. His website is <http://ajuanp.wordpress.com>.

Open University of Catalonia (UOC)

Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication  
Rambla del Poblenou, 156  
08018 Barcelona  
Spain

*María Antonia Huertas*

[mhuertass@uoc.edu](mailto:mhuertass@uoc.edu)

Associate Professor of Mathematics and Knowledge Representation,  
Computer Science Department, Open University of Catalonia (UOC)

Maria Antonia Huertas holds a doctorate in Mathematics (University of Barcelona), a postgraduate degree in Information Systems and Communication (UOC) and postdoctoral studies in Logic and Artificial Intelligence (Institute for Logic, Language and Computation, University of Amsterdam). Her research interests include logic, knowledge representation, Web-based teaching and learning, and mathematical education. She has published articles/chapters in international journals, books and proceedings regarding these fields.

Open University of Catalonia (UOC)

Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication  
Rambla del Poblenou, 156  
08018 Barcelona  
Spain

*Sven Trenholm*

s.trenholm@lboro.ac.uk

Doctoral Research Student, Mathematics Education Centre, Loughborough University

Sven Trenholm taught as a fulltime mathematics instructor at the State University of New York (SUNY) for more than 10 years. He holds a master of science in Curriculum Design and Instructional Technology (SUNY Albany), and a bachelor of science and a diploma of education in Mathematics (McGill). His doctoral research focuses on assessment approaches of tertiary mathematics e-learning instructors. His research interests also include disciplinary differences in approaches to e-learning, mathematics e-lecturing, efficacy of e-learning for courses in basic numeracy and psychological aspects of e-learning. Within these fields of interest, he has published journal articles and presented numerous papers.

Mathematics Education Centre  
Loughborough University  
Leicestershire, LE11 3TU  
United Kingdom

*Cristina Steegmann*

csteegmann@uoc.edu

Doctoral Research Student, Open University of Catalonia (UOC)

Cristina Steegmann has more than 10 years of experience teaching mathematics online to engineering students. Her doctoral research focuses on mathematical e-learning in the context of the European Higher Education Area. As a result, she has participated in different research projects on that topic and is co-author of several papers and chapters published in international journals and books.

Open University of Catalonia (UOC)  
Department of Computer Science, Multimedia and Telecommunication  
Rambla del Poblenou, 156  
08018 Barcelona  
Spain

### About the review author

Hans Cuypers

[hansc@win.tue.nl](mailto:hansc@win.tue.nl)

Associate Professor of Discrete Mathematics, Eindhoven University of Technology

Hans Cuypers studied mathematics at Radboud University Nijmegen and Utrecht University, from which he obtained a doctorate. In the academic year 1989/1990, he was a visiting assistant professor at Michigan State University. The following year he held a position at the University of Kiel, Germany. Since September 1991, Cuypers has held a tenured position at Eindhoven University of Technology, where he now leads the Discrete Algebra and Geometry group. His main mathematical interests are discrete algebra and geometry, particularly (finite) geometry, group theory, graph theory, design theory, algebraic combinatorics, abstract and applied algebra, and computer algebra. His recent interests are interactive mathematics and e-learning. In particular, *MathDox*, a software system for interactive mathematics, has been developed under his guidance. Cuypers has published over 70 papers and three books on his research. His website is <http://www.win.tue.nl/~hansc/>.

Technische Universiteit Eindhoven

Den Dolech 2

5612 AZ Eindhoven

The Netherlands



The texts published in this journal are – unless indicated otherwise – covered by the Creative Commons Spain Attribution 3.0 licence. You may copy, distribute, transmit and adapt the work, provided you attribute it (authorship, journal name, publisher) in the manner specified by the author(s) or licensor(s). The full text of the licence can be consulted here: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.en>.

