

# Herramienta de Apoyo para el Aprendizaje a Distancia de la Lógica en la Ingeniería Informática

## Support Tool for E-learning in Logic in Computer Science Engineering

Maria Antonia Huertas  
Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación  
Universitat Oberta de Catalunya  
[mhuertass@uoc.edu](mailto:mhuertass@uoc.edu)

Enric Mor Pera  
Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación  
Universitat Oberta de Catalunya  
[emor@uoc.edu](mailto:emor@uoc.edu)

Ana-Elena Guerrero-Roldán  
Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación  
Universitat Oberta de Catalunya  
[aguerreror@uoc.edu](mailto:aguerreror@uoc.edu)  
Rambla del Poble Nou 156  
Barcelona 08018

### Resumen

Las asignaturas de lógica en ingeniería informática presentan características y dificultades similares a las de otras materias de carácter matemático: un rendimiento académico muy bajo y un alto de abandono. En disciplinas instrumentales como es el caso de lógica, es fundamental un proceso de enseñanza-aprendizaje interactivo y el feedback inmediato representa un elemento clave del éxito académico. En un curso de lógica presencial y tradicional la interacción con el profesor por lo general proporciona el feedback y apoyo necesario. En cambio, en un paradigma de e-learning basado en la web, esta característica del profesor presencial puede ser proporcionada por un sistema de tipo de tutor inteligente. En este artículo se presenta el diseño, desarrollo y puesta en marcha de una herramienta de apoyo al aprendizaje para un curso no presencial de lógica en la titulación de ingeniería informática. Esta herramienta sigue la perspectiva del diseño centrado en el estudiante con el fin de proporcionar los elementos precisos para una experiencia de aprendizaje exitoso. Se presenta también una prueba piloto con evaluación de resultados y una discusión general sobre la aplicación de este tipo de herramientas al aprendizaje a distancia y al autoaprendizaje.

### Palabras clave.

Lógica, e-learning, herramientas de aprendizaje, tecnologías para la educación, sistema de tutor inteligente.

### Abstract

Logic as a subject in computer engineering has characteristics and difficulties similar to those of other mathematics related subjects: very low academic achievement and high dropout. In instrumental disciplines such as logic, an interactive teaching-learning process is fundamental, and the immediate feedback is a key element of academic success. In a traditional face to face logic course the necessary feedback and support is usually provided by the classroom interaction between students and teacher. In contrast, in an e-learning paradigm based on the web, this feature can be provided through an intelligent tutor type tool. This article presents the design, development and implementation of a learning support tool for a non-face to face course of logic in the computer engineering program. This tool follows the perspective of student-centered design to provide the elements necessary for a successful learning experience. It also presents an pilot test with the

evaluation of its results and a general discussion on the implementation of such tools for distance learning and self-learning.

**Keywords**

Logic, e-learning, learning tools, technology enhanced learning, intelligent tutoring system.

## **1 Introducción**

Actualmente, las universidades totalmente en línea y un número creciente de universidades presenciales están ofreciendo programas y grados académicos vía Internet. Mientras algunos programas requieren asistir a algunas clases presenciales, muchos de ellos se ofrecen completamente en línea. En tal escenario las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son un elemento central de las estrategias educativas, conectando con el nuevo paradigma educativo en que el instructor no está en el centro del modelo de aprendizaje, ocupado ahora por el estudiante. En e-learning, el ordenador y el instructor son elementos periféricos con respecto al estudiante. En esta nueva situación las metodologías, los contenidos y los recursos propios de la educación tradicional presencial sencillamente no pueden ser transferidos a la educación en línea; por tanto se hacen necesarias metodologías, estrategias y herramientas nuevas.

E-learning está basado en recursos y actividades accesibles vía un ordenador. Estos contenidos digitales deben ofrecer un grado alto de interactividad. En tal contexto, los recursos digitales constituyen una buena alternativa a materiales de aprendizaje impreso ya que diferentes formatos y tipos de recursos digitales pueden ser utilizados para ayudar en el aprendizaje. Las actividades interactivas son menos lineales que las de los libros o manuales, implicando técnicas instruccionales de diseño y tipologías más dinámicas de autoevaluación o retroalimentación inmediata.

Otra ventaja del e-learning es que puede permitir la formación individual mientras que es fácilmente suministrable a una amplia audiencia vía Internet, a un coste relativamente bajo. Aun así, la creación de recursos de aprendizaje interactivos eficaces tiene un alto coste humano y material (Ritter, Blessing y Wheeler, 2003). El software para su desarrollo es también muy complejo y no disponible para cualquier profesor o instructor.

Los Sistemas Tutores Inteligentes (Intelligent Tutoring Systems – ITS) son sistemas de ordenador utilizados para mejorar el proceso de aprendizaje, que proporcionan asistencia personalizada y retroalimentación a los estudiantes (Kinshuk, Patel, y Scott 2001). Su característica principal es la retroalimentación inmediata adaptada a las necesidades particulares del estudiante.

En cuanto a las áreas de Lógica y Matemáticas, se están implementando reformas educativas y modelos nuevos de enseñanza, no sólo en el aprendizaje en línea sino también en tradicional presencial, y se están utilizando nuevas estrategias de aprendizaje como el apoyo personalizado, el aprendizaje colaborativo, la integración de ITS en el entorno de aprendizaje, y el modelo instruccional (Huertas, 2007).

El curso de lógica tradicional incluye lógica clásica y contemporánea. El énfasis se sitúa especialmente en el lengua formal y los métodos clásicos de razonar. Un curso de

lógica inicial típico contiene lógica proposicional y lógica de predicados y se pone una especial atención en la semántica formal. La lógica formal, en este nivel, se puede considerar parte de la lógica matemática y la asignatura hereda las particularidades matemáticas que la hace difícil para los estudiantes.

Los estudiantes matriculados a un curso de lógica tienen que adquirir más un conjunto de habilidades que una cantidad de contenidos. El profesor tiene una función muy importante cuando se trata de adquirir estas habilidades y el apoyo concreto y la interacción con el profesor es un aspecto fundamental de la metodología de aprendizaje.

En este trabajo se presenta una manera alternativa a la interacción con el profesor en un aula presencial, explorando la alternativa que proporcionan los tutores automáticos, pero desde el punto de vista del diseño centrado en el usuario-estudiante y el paradigma del e-learning.

Este artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 describe la necesidad de una herramienta específica de aprendizaje de lógica en el contexto del e-learning, la sección 3 describe el diseño y proceso de desarrollo de la herramienta de aprendizaje, y finalmente, la sección 4 presenta las conclusiones y el trabajo futuro.

## **2 Herramientas de aprendizaje para cursos de Lógica**

El diseño y desarrollo de contenidos y herramientas de e-learning debería ser visto como proyecto formal y significativo. La perspectiva del diseño centrado en el usuario (DCU) al aprendizaje asistido por ordenador puede constituir el elemento clave para proporcionar una buena experiencia educativa. Esto es debido a que bajo el paradigma del e-learning el estudiante ha sido situado en el centro del proceso de aprendizaje. El DCU es un término general utilizado para describir el diseño donde el usuario influye el resultado final. Es, a la vez, una filosofía y un proceso. Una filosofía que coloca el usuario-estudiante individual en el centro para así desarrollar un producto que tiene en cuenta sus necesidades y requisitos, y un proceso de diseño que se focaliza en factores cognitivos de personas y en como estos factores se tienen en cuenta en sus interacciones con productos interactivos (Sharp, Rogers y Preece, 2007).

Los contenidos y habilidades de la asignatura de lógica se adquieren de manera más satisfactoria en su propio contexto, permitiendo practicar activamente a los estudiantes (Nardi, 1997). Este hecho debe tenerse en cuenta cuando se estudie cómo mejorar la actividad de aprendizaje de lógica en e-learning. Además de las dificultades de aprendizaje comunes de temática tan instrumental, los estudiantes *online* presentan necesidades específicas, principalmente relacionadas con su aislamiento y con la comunicación mediada por el ordenador. Hay, por tanto, algunos aspectos importantes que deberían ser tenidos en cuenta:

- Permitir actividades de formación interactiva para aprender habilidades en vez de conocimiento informativo (Kenny, C., Pahl, C., 2009).
- Ofrecer retroalimentación inmediata (Melis y Ullrich, 2003) a la actuación de un estudiante.

El diseño no parte de cero, sino que se ha partido de las diferentes herramientas para el aprendizaje de la lógica que en la actualidad, se pueden encontrar. Estas herramientas se pueden clasificar (Humet, 2001) en función del rol activo o pasivo que desempeñe el estudiante.

- Los *checkers* (Allen y Hand, 1992), (Gottschall, 2000) y (Layman, 1999) se caracterizan por un comportamiento bastante pasivo del estudiante. La actividad principal de los estudiantes consistiría únicamente en verificar una deducción o una formalización. El sistema o herramienta no realiza ninguna intervención directa se produce una retroalimentación básica. La retroalimentación de la herramienta se limita a encontrar errores cuando el usuario solicita explícitamente la verificación del ejercicio llevado a cabo.
- Los *constructors* (Barwise y Etchemendy, 1994 y 2007), (Broda y Zappacosta, 2000), (Endriss, 2000) y (Gottschall, 2000, (Moreno y Budesca, 2000) se caracteriza por un mayor grado de interactividad con el usuario mediante botones, menús y diálogos. Este tipo de herramientas proporciona a los estudiantes la sensación de que están siendo ayudados mientras están resolviendo un ejercicio.
- Los *provers* (Endriss, 2000), (Layman, 1999) y (Moreno y Budesca, 2000) se caracterizan por su automatismo. En este tipo de herramientas el usuario es completamente pasivo y el sistema calcula y muestra la solución del ejercicio de una manera automática.

Teniendo en cuenta el perfil de estudiante y el modelo de aprendizaje de la UOC las herramientas que nos interesan son aquellas que permitan interactividad y un cierto grado de *feedback*. El grupo de los *constructors* será, por tanto, el más adecuado.

### **3 Diseño de una herramienta para el aprendizaje de Lógica**

La UOC (Universitat Oberta de Catalunya; [www.uoc.edu](http://www.uoc.edu)) es una universidad completamente en línea, con uno modelo educativo centrado en el estudiante, que aprovecha la tecnología para poner a cada estudiante en el centro de su proceso de aprendizaje, proporcionando los contenidos y herramientas educativas necesarias para cada asignatura. La evaluación continua del proceso de aprendizaje es un elemento clave en el modelo educativo de la UOC, como es habitual en los sistemas de educación a distancia y en línea, de manera que cada estudiante puede tener retroalimentación de dicha evaluación durante todo el tiempo que dura cada curso. Normalmente esa retroalimentación se proporciona mediante la realización de pruebas de evaluación concretas diseminadas a lo largo del proceso de aprendizaje.

El grado de ingeniería informática es el programa más técnico de la UOC y es el que contiene un curso de lógica básico para informática. Este curso de lógica tiene alrededor de quinientos estudiantes matriculados cada semestre y el programa de curso contiene los temas habituales de un curso de lógica introductorio. Como otros cursos de lógica tiene un rendimiento bajo (menos del 40% de los estudiantes matriculados superan la asignatura) y cómo los cursos de matemáticas en titulaciones técnicas a distancia este

curso tiene un alto índice de abandono (un 30% de los estudiantes matriculados no se presentan al examen final).

Tal como se ha argumentado en la sección anterior, para ayudar a los estudiantes a aprender lógica, en el contexto de una titulación en informática completamente en línea, el uso de herramientas de apoyo del tipo de los tutores inteligentes es una opción para investigar e incorporar de manera integrada en el proceso de aprendizaje de la asignatura. Esta herramienta debería guiar al estudiante y proporcionarle retroalimentación interactiva, pero añadiendo un plus de autoevaluación, de manera que la herramienta permita tener una retroalimentación en la realización de ejercicios concretos, pero también en todo el proceso de aprendizaje, siendo así un instrumento de evaluación continua del progreso en dicho proceso.

El objetivo del proyecto que se describe en este artículo es el diseño y desarrollo de dicha herramienta. El proyecto se ha desarrollado siguiendo la perspectiva del DCU, que incluye tres fases principales: análisis de los requisitos de usuario, diseño iterativo de la herramienta y la evaluación de los prototipos generados en cada iteración del diseño. Además de estas fases, los procesos de diseño centrado en el usuario aplicados al diseño y desarrollo de herramientas de aprendizaje tienen que seguir objetivos específicos del contexto del e-learning: a) reducir la dificultad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, b) mejorar la experiencia de aprendizaje y c) integrarse en el entorno a aprendizaje virtual existente. El elemento clave de esta aproximación es la evaluación e iteración de soluciones de diseño.

### **Requisitos**

En la realización del proyecto se tuvieron en cuenta dos conjuntos de requisitos. La universidad estableció un conjunto de requisitos organizativos, relacionados principalmente con la arquitectura tecnológica y también con el modelo metodológico de e-learning. El segundo conjunto de requisitos viene definido por el usuario y está fuertemente relacionado con los estudiantes de curso de lógica.

**Requisitos institucionales.** Los recursos y herramientas de e-learning tienen que poder ser integrados en el campus virtual tanto en términos de autenticación del usuario como en términos de diseño gráfico y apariencia. Los recursos nuevos tienen que ser colocados en la estructura del aula virtual, deben poder ser accedidos y usados mediante un navegador de web estándar y, desde un punto de vista tecnológico, no tendrían que interferir con los recursos existentes.

**Requisitos de usuario.** Los usuarios de la herramienta de aprendizaje de lógica serán los estudiantes matriculados en el curso. El equipo docente también se considera usuario y tendrán a su disposición un conjunto más extenso de funcionalidades y vistas de la herramienta de aprendizaje. Un primer análisis de usuarios fue llevado a cabo mediante *focus groups* de docentes y estudiantes para identificar:

1. Qué partes del currículum de lógica es de mayor dificultad para los estudiantes, y para qué partes la introducción de una herramienta añadiría valor y mejoraría la experiencia de aprendizaje.

2. Tipos de estudiantes y necesidades de cada tipología, y
3. Habilidades tecnológicas tanto de estudiantes como de docentes.

Durante un semestre académico se ha llevado a cabo una evaluación de los requisitos a partir del estudio detallado de los resultados de la evaluación continua y de la evaluación del examen final. Se realizaron diferentes reuniones con el equipo del docente donde se analizaron las herramientas existentes para el estudio de lógica. El resultado de este *benchmark* de herramientas puso de manifiesto la poca adecuación de las herramientas existentes con las necesidades del proyecto.

Se construyó un prototipo básico de la herramienta y se utilizó en una prueba piloto que fue llevado a cabo observando como los estudiantes utilizaron este primer prototipo. Al finalizar este proceso, se puso de manifiesto que la parte más difícil del curso de lógica es la de los métodos de razonamiento formales (resolución y deducción natural). Otro descubrimiento importante fue la necesidad de integrar cualquier clase de herramienta de aprendizaje en el modelo de evaluación continua. Esto es debido a que si se separa la herramienta de aprendizaje de la evaluación continua, los estudiantes perciben el tiempo y el esfuerzo en utilizarla como un esfuerzo sin recompensa clara, y, simplemente, la mayoría no tienen motivación para usarla.

Una vez finalizado el proceso de análisis, los requisitos principales de la herramienta de aprendizaje de lógica son:

- Proporcionar retroalimentación inmediata para reducir la dificultad de aprender los dos métodos de razonamiento.
- Promover el aprendizaje de las estrategias y habilidades propias de la lógica (especialmente de los dos métodos detectados)
- Enmarcada en la filosofía del grupo de los *constructors*.
- Integrado en la evaluación continua de del curso.
- Fácil de utilizar y utilizable.
- Integrado el entorno virtual de aprendizaje existente.
- Multilingüe: catalán y español.

### **Diseño y desarrollo**

Después de probar los prototipos iniciales, tuvo lugar la fase de desarrollo. La codificación de la herramienta duró varios meses y fue hecho por una desarrolladora web miembro del equipo docente. Otros miembros del grupo se encargaron de supervisar y comentar el proceso de implementación que fue llevado a cabo de manera iterativa. La arquitectura de la herramienta y otras soluciones técnicas fueron decididas para asegurar los requisitos institucionales definidos.

Es interesante mencionar que el único requisito de usuario para poder utilizar la herramienta es un navegador compatible con Internet Explorer o con Firefox. Es también necesario que el usuario tenga activado el Javascript (opción por defecto en los navegadores). Las páginas web de la herramienta se han desarrollado utilizando PHP por la programación del servidor, así como HTML, CSS y Javascript. También es interesante mencionar que para el almacenamiento y persistencia de los datos se ha

utilizado una base de datos MySQL, que permite gestionar sesiones de manera eficaz. Finalmente, el desarrollo de esta aplicación requiere la comunicación con los servidores del entorno virtual de aprendizaje de la UOC para obtener la información de *login* de los estudiantes. Esta funcionalidad ha sido cubierta a través de una serie de servicios web proporcionados por los técnicos de UOC.

Todo el diseño y el desarrollo se llevaron a cabo de manera iterativa, probando interfaces y prototipos, implicando a estudiantes y docentes. En consecuencia algunas de las decisiones de diseño fueron modificadas después de las evaluaciones.

#### 4 Conclusiones

En este trabajo se ha presentado el diseño y desarrollo de una herramienta interactiva para aprender los conceptos de un curso de lógica. Esta herramienta también sigue el paradigma de los sistemas tutores inteligentes (Hatzilygeroudis y Prentzas, 2004) adecuándose, de este modo, a las necesidades docentes específicas. Estos requisitos docentes son, principalmente, ofrecer retroalimentación inmediata cuando una tarea es correcta, cuando un ejercicio es correcto, y aconsejar en caso que una tarea no sea correcta. En este caso, la naturaleza del ámbito de conocimiento y el uso de reglas formales de los métodos de razonamiento lógicos, garantiza la consistencia de la retroalimentación automática proporcionada.

La herramienta desarrollada está completamente integrada con el material de aprendizaje y con el modelo de evaluación continua del curso de lógica. Los estudiantes y los docentes pueden seguir fácilmente el progreso de aprendizaje desde la herramienta gracias a la estadística de cada usuario individual, del grupo de clase y también por los grupos diferentes. Los estudiantes pueden ver su nivel de progresión y ambos, estudiantes y los docentes, pueden encontrar los puntos críticos de cada etapa del proceso de aprendizaje. La herramienta ha sido construida para ser modular y reutilizable y esto asegurará la extensión o revisión parcial.

Castellano · Català

**UOC** Asistente e-Learning Lògica v.3 beta

Inicio · [Lógica de Enunciados: Deducción natural - Resolución - Tablas de verdad] · [Lógica de Predicados: Deducción natural - Resolución] · PEC · Ejercicios comentados · Videoayuda

Usuario: Guest

Lógica de Enunciados	
Deducción natural	
Ejercicios propuestos	
Completos	0
Incompletos	0
Pendientes	26

Lógica de Predicados	
Deducción natural	
Ejercicios propuestos	
Completos	0
Incompletos	0
Pendientes	11

Figura: captura de la pantalla inicial de la herramienta actualmente

Actualmente, la herramienta está siendo utilizada en el curso de lógica de la UOC en el presente semestre académico. Utilizándola dentro de un escenario real proporcionará un conjunto de datos de uso que se utilizarán para mejorar el uso y usabilidad de la herramienta. Ya se dispone de una primera retroalimentación por parte de los estudiantes que consiste en la respuesta a una encuesta anónima al final de un período de uso de la herramienta, que respondieron 107 estudiantes. En la siguiente tabla se resume el resultado de dicha encuesta sobre el nivel de satisfacción respecto a la herramienta y cómo les ayuda para aprender los contenidos del curso y en las actividades de autoevaluación.

	Sí	No	NS/NC
He usado el asistente	96,26%	2,80%	0,93%
Es útil para superar la asignatura	91,58%	6,54%	1,86%
Facilita el aprendizaje de la Deducción Natural	80,37%	18,69%	0,93%
Facilita el autoaprendizaje	75,70%	22,42%	1,86%
Facilita la realización de las pruebas de evaluación	75,70%	17,75%	6,54%
Facilita el aprendizaje del método de Resolución	70,09%	23,36%	6,54%
La interficie me gusta	70,09%	27,10%	2,60%

En cuanto a la mejora de los índices de rendimiento y de abandono, durante los dos semestres que se ha usado en una tercera parte del contenido programado, se ha observado que el rendimiento aumentaba ligeramente (menos del 5%), y el abandono disminuía en más de un 5%. Los instrumentos de medida utilizados no permiten decir que este cambio proviene del uso de la herramienta, pero es un primer resultado en la dirección que se pretende.

Por otro lado, el trabajo más a medio y largo plazo consistirá en añadir módulos nuevos para cubrir otras partes del temario de lógica, mejorando el sistema de retroalimentación y sus funcionalidades, permitiendo comentarios y notas y construyendo una versión móvil, entre otras.

Artículo concluido el 29 de Septiembre de 2010

Hertas, M.; Mor. E. y Guerrero-Roldán, A. (2010). Herramienta de Apoyo para el Aprendizaje a Distancia de la Lógica en la Ingeniería Informática . RED, Revista de Educación a Distancia. Número especial dedicado a SPDECE 2010. 12 de noviembre de 2010. Consultado el [dd/mm/aaaa] en <http://www.um.es/ead/red/24/>



### **Agradecimientos.**

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia bajo los proyectos proyectos PERSONAL(ONTO) TIN2006-15107-C02-01 y COMPLETITUD FFI2009-09345; y por el eLearn Center de la Universitat Oberta de Catalunya.

### **Referencias**

- Allen, C., Hand, M. (1992). Logic Primer, the MIT Press.
- Barwise, J. and Etchemendy, J. (1994). Hyperproof. CSLI.
- Barwise, J. and Etchemendy, J. (2007). Tarski's World CSLI.
- Broda, K., Zappacosta, S. (2000). New Pandora. In First International Congress on Tools for Teaching Logic.
- Endriss, U. (2000). The Interactive Learning Environment WinKE for Teaching Deductive Reasoning. In First International Congress on Tools for Teaching Logic.
- Hatzilygeroudis, I., Prentzas, J. (2004). Knowledge representation requirements for intelligent tutoring systems. In 7th International Intelligent Tutoring Systems Proceedings. Springer
- Humet, J. (2001). LSD, una herramienta didáctica para el aprendizaje de la lógica. In JENUI 2001
- Huertas, A. (2007). Teaching and Learning Logic in a Virtual Learning Environment. In Logic Journal of IGPL 15(4):321-331
- Kenny, C., Pahl, C. (2009). Intelligent and adaptive tutoring for active learning and training environments. Interactive Learning Environments. 17(2), 181-195.
- Kinshuk, Patel, A., Scott, B. (2001). Intelligent tutoring: From SAKAI to Byzantium. Kybernetes, 30(5/6), 807-818.
- Layman, C. S. (1999). The Power of Logic, Seattle Pacific University.
- Ritter, S., Blessing, S., Wheeler, L. (2003). Authoring tools for component-based learning environments. In Murray, Ainsworth and Blessing (eds.), Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments, Kluwer Academic Publishers, 467-489.
- Melis, E., Ullrich, C. (2003). Local and global feedback. In Proceedings of AIED2003, 11th International Conference in Artificial Intelligence in Education, Sydney, Australia 476-478. Amsterdam: IOS Press.
- Moreno, A., Budesca, N. (2000). Mathematical Logic Tutor - Propositional Calculus. In First International Congress on Tools for Teaching Logic, Salamanca.

Nardi, B., (ed.). (1997). Educational context and consciousness: Activity theory and human-computer interaction. Cambridge, MA: MIT Press.

Sharp, H., Rogers, Y., Preece, J. (2007). Interaction design: beyond human-computer interaction. John Wiley & Sons Ltd.