

**ADA-Madrid**



# Relada

(Revista Electrónica de ADA)

**Vol. 6 (3) 2012**

ISSN: 1988-5822



# Sistema basado en procesamiento de lenguaje natural para apoyo al aprendizaje de alumnos universitarios

**Ramón López-Cózar. Nieves Ábalos. Gonzalo Espejo.**

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos, ETSI Informática y de Telecomunicación,  
CITIC-UGR, Universidad de Granada

[rlopezc@ugr.es](mailto:rlopezc@ugr.es)   [nyeves@gmail.com](mailto:nyeves@gmail.com)   [gonzaep@correo.ugr.es](mailto:gonzaep@correo.ugr.es)

**David Griol<sup>1</sup>. José F. Quesada<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Informática. Escuela Politécnica Superior.

<sup>2</sup> Dpto. de Inteligencia Artificial y Ciencias de la Computación, Universidad de Sevilla  
[dgriol@inf.uc3m.es](mailto:dgriol@inf.uc3m.es)   [Jose.Quesada@infinity.es](mailto:Jose.Quesada@infinity.es)

**Resumen:** en este artículo se presenta un sistema que tiene como finalidad ayudar a alumnos universitarios a adquirir los conocimientos explicados por los profesores durante las clases de teoría y prácticas. El sistema, denominado TRIVIAL en honor al juego de sobremesa "Trivial Pursuit", formula preguntas y espera respuestas de los alumnos, realizándose la interacción en lenguaje natural a través del teléfono. Al finalizar la interacción, el sistema informa al alumno del número de preguntas realizadas, número de preguntas respondidas, y número de preguntas respondidas correctamente.

**Palabras clave:** Herramientas para aprendizaje. Procesamiento de lenguaje natural. Interacción persona-ordenador. Hci.

**Abstract:** This paper presents a system to help university students in acquiring the knowledge provided by professors in theoretical and practical lectures. The system, called TRIVIAL on behalf of the well-known game "Trivial Pursuit", asks questions and waits for the student answers. The interaction is carried out by means of natural language over the telephone line. At the end of the interaction the system informs the student about the number of questions asked, the number of questions answered and the number of questions correctly answered.

**Keywords:** Learning tools, Natural language processing, Human-computer interaction, Hci.

## INTRODUCCIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) pretende la creación de un espacio común para los Estados miembros de la Unión Europea en el

ámbito universitario. Uno de los nuevos aspectos del EEES es el cambio en los procesos aprendizaje y de evaluación, situando al estudiante en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este cambio de paradigma viene unido a un cambio en la metodología actual que ha de potenciar siempre el papel activo del estudiante, permitiéndole tener la iniciativa y potenciar el pensamiento crítico. Ello exige una profunda transformación del modelo educativo poniendo especial atención en el propio proceso de enseñanza-aprendizaje, mostrando una atención individualizada que permita cuantificar el grado de esfuerzo del alumno (Carrasco et al., 2005; Esteve, 2009).

En este nuevo panorama, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) juegan un papel muy importante, ofreciendo nuevos contextos y posibilidades para el desarrollo de las competencias del estudiante (De Pablo, 2007). En los últimos años han surgido nuevas tecnologías, llamadas tecnologías o “herramientas 2.0”, con una nueva mentalidad más social e interactiva. Estos cambios parecen encajar bien con los objetivos y planteamientos formulados en el marco del EEES, lo que ha provocado que cada vez se realicen más valoraciones de cómo la incorporación de las TICs puede mejorar la calidad de la enseñanza superior. Las TICs facilitan el desarrollo de una acción formativa flexible, centrándose en el estudiante y adaptándose a sus características y necesidades, mediante un seguimiento individual y continuo. No obstante, el uso de las TICs no garantiza por sí solo la consecución de los objetivos perseguidos por el EEES y es, por tanto, una condición necesaria pero no suficiente (Carrasco et al., 2005).

Hoy en día existe un desfase entre cómo se han introducido las TICs en las aulas y los métodos de enseñanza aún sin renovar. A pesar de la rápida evolución de las TICs, no parece que las prácticas docentes que predominan en las aulas hayan cambiado de forma importante. Las TICs se han ido incorporando en nuestras universidades, a menudo asociadas a prácticas docentes en las que el papel principal lo tiene el docente, con un flujo unidireccional hacia los alumnos, y que son poco participativas desde el punto de vista del alumnado, es decir, no hay bidireccionalidad en la comunicación profesor-alumno. Por ejemplo, en muchos casos simplemente se han sustituido las tradicionales pizarras por modernas presentaciones realizadas con Powerpoint, o incluso por modernas pizarras electrónicas. También han desaparecido las colas de reprografía ya que ahora los profesores suben los archivos con sus presentaciones en Powerpoint o PDF a la red. Claramente se observa que las tecnologías en sí no producen innovación educativa. Sólo asociadas a adecuadas prácticas educativas pueden ser una gran fuente de posibilidades de aprendizaje centradas siempre en el alumno (Esteve, 2009).

Las TICs parecen estar motivando una revolución de la cultura docente, propiciada sobre todo por la importancia de una comunicación interactiva, lo que debe obligar a una revisión de las estrategias docentes utilizadas hasta la fecha. El papel anterior del docente deriva ahora en la capacidad para enseñar a elaborar el conocimiento a partir de la información, y de enseñar a aprender (De Pablo, 2007).

Dos ejemplos de buena incorporación de las TICs a la docencia en las universidades españolas se muestran en (Carrasco et al., 2005). En concreto, son dos herramientas docentes para el alumnado: un tutor virtual y un simulador de pruebas. Los resultados obtenidos tras la aplicación de estas

herramientas apuntan claramente a que la utilización de las TICs permite un seguimiento individualizado y aumenta la motivación del alumno, aspecto fundamental en el proceso formativo, al tiempo que mejora sus resultados. Tanto el tutor virtual como el simulador de pruebas persiguen favorecer la autonomía del estudiante universitario, aspecto prioritario según el EEES en el nuevo entorno de aprendizaje. Además, ambos ejemplos han ido dirigidos a facilitar el intercambio de información entre alumnos y profesores a través de un buzón de sugerencias, con el objetivo de paliar una de las deficiencias de los sistemas tradicionales de enseñanza anteriormente denunciadas, consistente en la unidireccionalidad de los flujos de información.

La mejora en la calidad de la enseñanza viene dada por una serie de factores, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Disponibilidad de materiales didácticos fiables y de instrumentos de autoevaluación.
- Posibilidad de comunicarse de forma fluida con el profesor y el resto de los alumnos a través de los foros y el correo electrónico.
- Generación de soluciones cooperativas para los diferentes problemas o dudas.
- Tutorización personalizada y seguimiento constante de la progresión del aprendizaje del alumno por parte del profesor.
- Inclusión de elementos de evaluación continua que se han tener en cuenta para la calificación final de las asignaturas.

Otros desarrollos cada vez más habituales son la edición de cursos virtuales apoyados en el uso de plataformas formativas, y la virtualización completa de asignaturas (De Pablo, 2007). La calidad vinculada al uso de las tecnologías se relaciona en buena medida con la calidad de la interactividad, como factor clave en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esta interactividad implica innovación por parte del profesorado en el uso de las TICs.

En este sentido, en la segunda sección del artículo presentamos el sistema basado en procesamiento de lenguaje natural (de forma hablada) llamado TRIVIAL, que estamos desarrollando gracias a la financiación proporcionada por la Unidad de Innovación Docente de la Universidad de Granada. Una vez finalizada su implementación, el sistema constituirá una herramienta basada en las TICs para apoyar al autoaprendizaje de los estudiantes universitarios.

## **EL SISTEMA TRIVIAL**

El sistema TRIVIAL consta de la arquitectura modular clásica de un sistema de diálogo hablado (*spoken dialogue system*) (López-Cózar y Araki, 2005), que se ilustra en la figura 1. Los módulos de esta arquitectura realizan las cinco funciones básicas de un sistema de diálogo hablado, que son las siguientes: Reconocimiento Automático de Habla (RAH), Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), Gestión del Diálogo (GD), Generación de Lenguaje Natural (GLN) y Conversión Texto-Habla (TTS, Text-To-Speech).

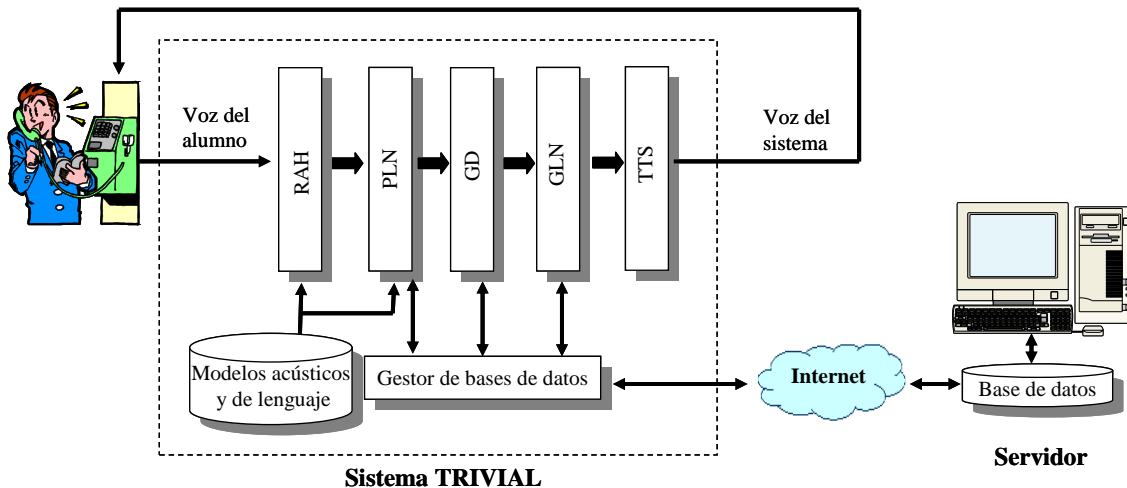


Figura 1. Interacción entre un usuario y el sistema TRIVIAL.

El flujo de información dentro del sistema es el siguiente. El módulo de RAH recibe la voz del alumno transmitida a través de la línea telefónica, y genera una secuencia de palabras reconocidas (Rabiner y Huang, 1993). Para ello utiliza modelos acústicos entrenados para el idioma castellano, así como modelos de lenguaje creados para reconocer las frases que se espera sean pronunciadas por los alumnos en cada momento. Como se comentará a continuación, el sistema utiliza cuestionarios de preguntas y respuestas diseñados por los profesores para reforzar el aprendizaje de los alumnos. Para cada pregunta de los cuestionarios, el sistema crea automáticamente un modelo de lenguaje en tiempo de ejecución que contiene las posibles respuestas para la pregunta, y que han sido especificadas en los cuestionarios por los profesores.

La secuencia de palabras proporcionada por el módulo de RAH constituye la entrada del módulo de procesamiento de lenguaje natural (PLN). Este módulo suele utilizar reglas gramaticales o información estadística para generar una representación abstracta que captura el significado de la secuencia de palabras reconocidas (Allen, 1995).

El módulo de gestión del dialogo (GD) utiliza la representación semántica creada por el módulo de PLN y una serie de estrategias de interacción para decidir la siguiente acción que deberá realizar el sistema (Griol et al., 2008). Una posible acción consistirá en consultar a través de Internet la base de datos en la que se encuentran las preguntas que plantear al alumno, así como sus posibles respuestas. Otra posible acción consistirá en solicitar al alumno que repita la frase que acaba de pronunciar, en caso de que ésta no haya sido reconocida.

La decisión sobre la siguiente acción del sistema, realizada por el módulo de GD, constituye la entrada del módulo de generación de lenguaje natural (GLN). Éste módulo utiliza un conjunto de patrones para generar respuestas en modo de texto, que deben ser correctas desde punto de vista gramatical y semántico. Finalmente, dichas respuestas se transforman a voz mediante el módulo de conversión texto-habla (TTS) y se envían al alumno a través del teléfono.

## Uso de cuestionarios

Como se ha indicado anteriormente, el sistema utiliza cuestionarios de preguntas y respuestas creados por los profesores para interactuar con los alumnos, con la finalidad de favorecer el aprendizaje de los conocimientos teóricos y prácticos que ya han explicado (o explicarán) durante las clases.

Para ello, al inicio de la interacción el alumno debe especificar la titulación y la asignatura que desea estudiar, y seguidamente debe indicar el número del tema de la asignatura en que está interesado. Si existe más de un cuestionario en la base de datos para dicho tema, el sistema le informa de ello y le solicita que seleccione un cuestionario en particular.

Un cuestionario puede tener hasta 25 preguntas con cuatro posibles respuestas para cada pregunta, siendo sólo una de ellas la correcta. Una vez el alumno ha seleccionado un cuestionario, el sistema le plantea la primera pregunta y espera que seleccione una de las posibles respuestas. Si la respuesta es correcta el sistema le informa de ello y pasa a la siguiente pregunta del cuestionario. En caso contrario, le informa que la respuesta no es correcta, indica cual es la respuesta correcta y pasa a la siguiente pregunta del cuestionario. En caso de no saber la respuesta correcta para una pregunta, el alumno puede pasar a la siguiente pregunta sin proporcionar ninguna respuesta. Este proceso se repite para todas las preguntas del cuestionario. Finalmente, el sistema informa acerca del número de preguntas planteadas, el número de preguntas respondidas por el alumno, y el número de preguntas respondidas correctamente. La Fig. 2 muestra un ejemplo de interacción entre un alumno y el sistema (**S** = Sistema, **A** = Alumno).

## Implementación del sistema

Para implementar el sistema estamos utilizando el centro de llamadas ("Call Center") que tenemos instalado en un PC de nuestro laboratorio gracias a la financiación de un proyecto de innovación previo. El centro de llamadas tiene instalados los motores necesarios para RAH y TTS, así como un intérprete para ejecutar scripts escritos en lenguaje VoiceXML<sup>2</sup>. Este lenguaje facilita en gran medida la implementación de este tipo de sistemas, pues aísla la lógica de la aplicación (diálogo alumno-sistema) de las cuestiones de bajo nivel relacionadas con RAH o TTS. La implementación del sistema se está llevando a cabo siguiendo el ciclo de vida del prototipado. Se tiene previsto desarrollar al menos dos prototipos hasta lograr un funcionamiento satisfactorio del sistema. Las tareas realizadas, o en fase de realización, para tener el sistema validado antes de su puesta en funcionamiento son las siguientes.

---

<sup>2</sup> <http://www.w3.org/TR/voicexml20/>

**S:** Hola, bienvenido al sistema TRIVIAL. Por favor, dime la titulación a la que pertenece la asignatura que quieres estudiar.

**A:** Pues no me acuerdo ahora del nombre exacto de la titulación.

**S:** Las titulaciones disponibles son las siguientes: Grado en Ingeniería Informática, Ingeniería Técnica e Informática de Sistemas, Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, Ingeniería Informática, y Licenciado en Traducción e Interpretación.

**A:** Licenciado en Traducción e Interpretación.

**S:** Por favor, dime el nombre de la asignatura que quieres estudiar.

**A:** Informática Aplicada a la Traducción.

**S:** La asignatura Informática Aplicada a la Traducción tiene 5 temas, que son los siguientes. Tema 1: Introducción. Tema 2: Hardware... Dime el número del tema que quieres estudiar.

**A:** Tema uno.

**S:** Muy bien. Voy a empezar a hacerte preguntas del tema número 1 para que me digas cual es la respuesta correcta. Atención, comenzamos. Pregunta número 1. De los siguientes elementos del ordenador, ¿Cuál no forma parte de la placa base del ordenador? a) la tarjeta de vídeo, b) la memoria RAM, c) el reloj, d) el disco duro.

**A:** ¿Me puedes repetir la pregunta, por favor?

**S:** Repito la pregunta. De los siguientes elementos del ordenador, ¿Cuál no forma parte de la placa base del ordenador? a) la tarjeta de vídeo, b) la memoria RAM, c) el reloj, d) el disco duro.

**A:** El disco duro.

**S:** Respuesta correcta. Pregunta número 2. ¿Cuántos bits tiene un Byte? a) Cuatro. b) Seis. c) Diez. d) Ninguna de las anteriores opciones es correcta.

**A:** Seis.

**S:** La respuesta no es correcta. La respuesta correcta es la d, Ninguna de las anteriores opciones es correcta. Pregunta número 3...

**Figura 2. Ejemplo de interacción entre un alumno y el sistema TRIVIAL.**

## **Diseño**

En esta tarea hemos realizado el diseño de la base de datos que permitirá almacenar los cuestionarios de preguntas y respuestas. También hemos diseñado el modelo de la interacción sistema-alumno, como se muestra en la Fig. 2. Asimismo, se han diseñado los patrones para generación de respuestas en lenguaje natural del sistema en modo texto (GLN) que posteriormente serán transformadas a voz mediante el conversor texto-habla (TTS).

## **Implementación y evaluación de los prototipos**

En esta tarea se implementará una primera versión del sistema TRIVIAL, es decir, un prototipo. Para implementar los módulos de procesamiento de lenguaje natural (PLN) y generación de lenguaje natural (GLN) tomaremos como base los correspondientes módulos creados previamente por el equipo

investigador para los sistemas SAPLEN (López-Cózar et al., 2006) y VIAJERO (López-Cózar et al., 2000). Para implementar el módulo de gestión del diálogo (GD) estamos usando el lenguaje VoiceXML, como se ha indicado anteriormente. Algunos scripts VoiceXML serán estáticos, mientras que otros serán generados dinámicamente mediante PHP. Para implementar el sistema de base de datos, así como las consultas de forma remota al mismo, estamos usando MySQL.

Una vez implementado el primer prototipo, se evaluará su funcionamiento para detectar posibles errores y corregirlos, obteniendo un prototipo mejorado. Ambas tareas (evaluación y corrección de errores) se repetirán cíclicamente hasta que el funcionamiento del prototipo se considere satisfactorio. La evaluación se realizará de forma subjetiva y objetiva. En el primer caso, utilizaremos formularios mediante los que los alumnos que participen en la evaluación puedan manifestar de forma anónima sus opiniones acerca del funcionamiento del prototipo, por ejemplo, en cuanto a la inteligibilidad y naturalidad de los mensajes generados por el sistema, rapidez en la interacción, y facilidad para corregir errores cometidos por el sistema. Estos formularios se rellenarán *online* y se almacenarán, para su posterior análisis, en el mismo ordenador servidor en que se encuentra la base de datos de preguntas y respuestas (Fig. 1).

Para realizar la evaluación objetiva utilizaremos dos medidas típicamente usadas en la evaluación de sistemas de diálogo hablado: exactitud en el reconocimiento de palabras (*word accuracy*) y comprensión de frases (*sentence understanding*). La primera medida proporcionará información acerca del funcionamiento del módulo de RAH, mientras que la segunda lo hará en relación al módulo de PLN.

### **Refinamiento y evolución de los prototipos**

Con los resultados de la evaluación, se llevará a cabo un refinamiento del diseño del prototipo teniendo en cuenta los posibles errores detectados en los distintos módulos del mismo, así como las sugerencias manifestadas por los usuarios de test. Por ejemplo, quizás pueda ser conveniente realizar mejoras en el módulo de gestión del diálogo (GD) para que se reduzca el número de turnos del diálogo. Una posible acción en este sentido puede ser eliminar la pregunta inicial mediante la que el sistema solicita al alumno la titulación a la que pertenece la asignatura que desea estudiar, de forma que se realice esta pregunta únicamente en el caso de que el nombre de la asignatura proporcionado esté presente en más de una titulación. Una vez se haya desarrollado un prototipo mejorado, se volverá a realizar su evaluación según el proceso descrito anteriormente, hasta que los resultados de evaluación sean satisfactorios.

### **Puesta en marcha del sistema**

Una vez verificado el funcionamiento correcto del prototipo (de forma subjetiva y objetiva), se asumirá que éste constituye la versión final del sistema. En este momento, se dará a conocer a los alumnos de varias titulaciones de la Universidad de Granada el número de teléfono al que podrán llamar para usar

el sistema. Si lo desean, los alumnos podrán manifestar también sus opiniones acerca del funcionamiento del sistema mediante los formularios *online*, de forma similar a como lo hicieron los alumnos que colaboraron en la fase de evaluación de los prototipos.

## CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo hemos presentado nuestro trabajo actual en el desarrollo de un sistema basado en procesamiento de lenguaje natural mediante habla llamado TRIVIAL, cuya finalidad es apoyar al autoaprendizaje de contenidos docentes por los estudiantes universitarios mediante cuestionarios de preguntas y respuestas. Para ello, el sistema realiza las cinco funciones básicas de un sistema de diálogo hablado, que son las siguientes: reconocimiento automático de habla, procesamiento de lenguaje natural, gestión del diálogo, generación de lenguaje natural y conversión texto-habla.

Las líneas de trabajo futuro incluyen la creación de una interfaz web para que profesores puedan crear los cuestionarios de preguntas y respuestas, así como el establecimiento de medidas de seguridad y autenticación para permitir la creación y edición de cuestionarios de preguntas y respuestas sólo a personal autorizado (profesores de la Universidad de Granada).

## BIBLIOGRAFÍA

- Allen, J. F. (1995). *Natural Language Understanding*. Benjamin/Cummings.
- Carrasco, A., Gracia, E., De la Iglesia, C. (2005). Las TIC en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior. Dos experiencias docentes en Teoría Económica. *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 36, 1.
- De Pablo, J. (2007). El cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior y el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10, 2, pp. 15-44.
- Esteve, F. (2009). Bolonia y las TIC: De la Docencia 1.0 al Aprendizaje 2.0. *La Cuestión Universitaria*, 5, págs. 59-68.
- Griol, D., Hurtado, L. F., Segarra, E., Sanchis, E. (2008). A Dialogue Management Methodology Based on Neural Networks and Its Application to Different Domains. *LNCS 5197/2008*, pp. 643-650.
- López-Cózar, R., Rubio, A. J., García, P., Díaz-Verdejo, J. E., López-Soler, J. M. (2000). Sistema Telefónico de Atención a Viajeros. *Actas de I Jornadas en Tecnologías del Habla*.
- López-Cózar, R., Araki, M. (2005). *Spoken, Multilingual and Multimodal Dialogue Systems: Development and Assessment*. Ed. John Wiley y Sons.

López-Cózar, R., Callejas, Z. (2005). Viajero III: Sistema de diálogo multimodal para proporcionar información de viajes en autobús. Actas de Interacción'05, págs. 329-336.

Rabiner, L. R., Huang, B. H. (1993). Fundamentals of Speech Recognition. Prentice-Hall.

Recibido: 17 febrero 2012.

Aceptado: 16 marzo 2012.