

Desarrollo de un sistema ARS para enseñanza en línea

Mario Muñoz Organero, Carlos Delgado Kloos, *Senior Member, IEEE*

Abstract—Audio Response Systems (ARS) are currently used as a mechanism to enhance face to face education in classrooms and the results are promising. These systems could also improve certain aspects in e-learning if designed appropriately. This paper presents a design and implementation of an ARS adapted to both face to face education and distance learning scenarios. We also show how this ARS system is deployed inside the Carlos III of Madrid University.

Index terms— Audience Response Systems, Classroom Response Systems, e-learning, m-learning.

I. INTRODUCCIÓN

LOS Sistemas de Respuesta de Audiencia permiten obtener información en forma de realimentación sobre la opinión y/o conocimiento de la audiencia. Su utilización como soporte a la enseñanza presencial en los últimos años revela resultados interesantes como puede verse en el trabajo de P. B. Lowry et al. [1] y en el trabajo de D. W. Petr [2]. En el trabajo de P. B. Lowry et al. se utilizan los sistemas ARS como soporte a clases con gran número de alumnos como facilitadores de la interacción. En el trabajo de D. W. Petr [2] se usa un sistema ARS para permitir a los alumnos contestar preguntas en clase y el aprendizaje a través de las respuestas obtenidas a la vez que se permite al profesor obtener una realimentación de la asimilación de los contenidos presentados por parte de los alumnos.

Los sistemas ARS, por una parte, permiten aumentar la interactividad del alumno permitiendo su expresión de forma más fácil y ágil que mediante la tradicional interacción directa en clase y evitando el efecto negativo del miedo a hacer el ridículo. Por otra parte, se permite que los alumnos aprendan unos de otros mediante la formación de consensos. De igual forma permiten llevar algunas de las ventajas de clases pequeñas con pocos alumnos a clases con mayor número de alumnos en cuanto a la interactividad y dinamismo de la clase

se refiere así como al aprovechamiento del tiempo de la misma. Finalmente, y no menos importante, permiten obtener un conocimiento directo del estado de asimilación de los conocimientos impartidos al profesor posibilitando la adaptación instantánea del ritmo y forma de exposición. Estas ventajas pueden hacerse extensivas a la educación on-line si los sistemas ARS se diseñan apropiadamente. Ello requiere no solo la utilización de interfaces Web para la comunicación alumno-alumno y a alumno-profesor sino también el diseño de las capacidades del sistema de cara a facilitar el seguimiento en tiempo real de la clase así como su seguimiento en diferido. En este artículo presentamos el diseño y desarrollo de un sistema ARS (WSTIS o Wireless Student-Teacher Interaction System) adaptado tanto a entornos de enseñanza presencial como a distancia. Presentamos también como dicho sistema se ha concebido no solo para el e-learning sino también para el m-learning. Finalmente enmarcamos el sistema en el entorno concreto de la Universidad Carlos III de Madrid como marco de una experiencia concreta del sistema.

El artículo se organiza en 7 secciones. La primera, esta sección, es una introducción al resto del artículo y presenta la motivación del mismo. La segunda se dedica a hacer un repaso del estado del arte en cuanto al uso de los sistemas de respuesta de audiencia en lo referente a su utilización como soporte educativo. La tercera recoge los requisitos de diseño de un sistema de respuesta de audiencia on-line. Estos requisitos constituyen la pauta de diseño de la aplicación que se muestra en el presente artículo. La cuarta detalla la funcionalidad del sistema desarrollado. Se organiza la funcionalidad de acuerdo a los perfiles de uso del sistema. La quinta presenta el formato de exportación e importación de datos del sistema que permite la reusabilidad de contenidos. Se define para ello un schema XML. La sexta se dedica a detallar un caso de uso del sistema dentro del escenario concreto de la Universidad Carlos III de Madrid. Finalmente, la última sección se deja para sacar conclusiones del trabajo realizado.

II. USO DE SISTEMAS ARS COMO APOYO EN CLASE

Los sistemas de respuesta de audiencia, también denominados dependiendo de su escenario de aplicación como sistemas de respuesta electrónica (Electronic Response Systems), sistemas de comunicación en clase (Classroom Communication Systems), sistemas de interacción en clase (Classroom Interaction Systems), sistemas de rendimiento en

Mario Muñoz Organero es Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid, Av. Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid, España. Teléfono: (+34) 91-624-8801; fax: -8749; e-mail: munozm@it.uc3m.es.

Carlos Delgado Kloos es Catedrático del Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid, Av. Universidad 30, 28911 Leganés, Madrid, España. Teléfono: (+34) 91-624-8778; fax: -8749; e-mail: cdk@it.uc3m.es.

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

clase (Classroom Performance Systems) o sistemas de respuesta personal (Personal Response Systems), por mencionar algunos de los más frecuentes, definen una familia de sistemas que utilizan equipos electrónicos conectados en red para permitir que los miembros de una audiencia puedan expresar su opinión. A lo largo de los años, la tecnología subyacente en estos sistemas ha ido pasando desde hardware propietario consistente normalmente en botoneras diseñadas a medida a sistemas programables como PCs de sobremesa, portátiles, tablet PCs, PDAs e incluso teléfonos móviles.

Los sistemas ARS son utilizados ya en los años 70 como experiencias educativas. J. Casanova realizó un experimento usando un sistema ARS en química orgánica, que publicó en 1971 [3], que permitía conocer si la asimilación de la clase era inferior al 50% en cuyo caso era necesaria la repetición de la materia. J. D. Brown publicó en 1972 [4] una experiencia similar aplicada a conceptos matemáticos en la que se permitía al instructor adaptar el ritmo de impartición en función de las respuestas de los alumnos. D. P. Grag por su parte, publicó en 1975 [5] un experimento en el que se permitía a los alumnos que opinaran sobre el ritmo de impartición de una clase usando un sistema ARS.

La bibliografía existente sobre el uso de los sistemas ARS como soporte a la impartición de una clase presencial nos muestra algunos entornos habituales de empleo de los mismos. En primer lugar encontramos el guiado de la velocidad de impartición de la clase como se muestra en [5]. En segundo lugar podemos ver su utilización para la obtención de información por parte del profesor sobre la asimilación de los conceptos explicados mediante las respuestas de cuestiones tipo test por parte de los alumnos [6]. Los sistemas ARS se usan también como elemento motivacional mediante la realización de competiciones entre alumnos por número de respuestas acertadas y su consiguiente impacto en la nota de la asignatura [7]. Otras referencias como [8] proponen el uso de los sistemas ARS incluso como entorno más complejo que permite a los alumnos introducir comentarios, completar información en las transparencias del profesor o responder preguntas abiertas. En cuanto a lo que al tamaño de la clase se refiere, J. Doyle et al. [16] muestra la mejora que los sistemas ARS introducen en la interactividad de la clase cuanto más grande es el número de alumnos. La mejora de interactividad por el uso de sistemas ARS en clase también es estudiada por K. Siau et al [17] mostrando resultados positivos en esta línea.

Dejando de lado los sistemas hardware propietarios como [9] la mayoría de sistemas se basan en el uso por parte de los alumnos de un PC de sobremesa como en [7], un tablet PC [8], una PDA o un teléfono móvil [6]. Una solución basada en PC de sobremesa limita su uso a laboratorios docentes, normalmente usados en clases prácticas, donde se disponen de puestos con dichos dispositivos, aunque normalmente compartidos por un grupo de 2 alumnos. Una solución en el otro extremo basada en teléfonos móviles requiere el desarrollo de una aplicación en algún entorno común a la mayoría de los dispositivos en el mercado, normalmente en J2ME y requiere el uso en muchas ocasiones de conexiones

WAN como GPRS o UMTS lo que implica un coste para el alumno, sin mencionar las limitaciones existentes en la interfaz de usuario. Soluciones basadas en tablet PCs limitan su uso a la disponibilidad de dichos dispositivos y a la duración de la batería de los mismos que normalmente no podrán ser alimentados en clase si esta no dispone de suficientes tomas de alimentación eléctrica o se realiza la impartición de la clase en grupos pequeños. En este sentido, cuando se usan los sistemas ARS como soporte a una clase presencial una de las mejores soluciones es el uso de PDA que permite interfaces basados en tecnologías Web, conexiones tipo LAN como WiFi o Bluetooth y suficiente autonomía de baterías.

Cuando queremos usar los sistemas ARS en tele-educación, o en escenarios mixtos de apoyo a la enseñanza presencial y enseñanza on-line, aparecen nuevos requisitos. Pese a que, como se ha comentado, existen múltiples referencias al uso de estos sistemas como apoyo a las clases presenciales, no se han identificado referencias de interés para el caso de enseñanza on-line. El objetivo de este artículo es presentar primero los requisitos de un sistema ARS on-line y posteriormente la implementación de un sistema adaptado al caso concreto de la enseñanza dentro de la Universidad Carlos III de Madrid.

III. REQUISITOS DE UN SISTEMA ARS ON-LINE

Antes de presentar el sistema WSTIS vamos a presentar los requisitos del mismo de cara a su utilización en tele-educación. Estos requisitos pueden categorizarse en dos bloques principales atendiendo a aquellos que hacen referencia a la obtención de realimentación al profesor y aquellos que permiten obtener información al alumno. Cada uno de estos bloques principales puede a su vez dividirse en dos sub-bloques, el primero haciendo referencia a los requisitos del sistema como soporte en tiempo de impartición y el segundo haciendo referencia al soporte en diferido.

Analicemos primero los requisitos desde el lado del profesor. Como soporte en tiempo de impartición es interesante que el profesor pueda saber en todo momento si los alumnos remotos que están siguiendo la sesión van o no siguiendo la clase. Para ello es interesante tener información tanto sobre el ritmo de impartición de la clase como de la asimilación de los contenidos. En el primer caso es interesante conocer el porcentaje de alumnos que consideran que la clase se está impartiendo demasiado rápida o demasiado lenta. En el segundo caso es importante para el profesor disponer de la capacidad de enviar a los alumnos preguntas tipo test que estos puedan responder en breve espacio de tiempo. Es importante que estas preguntas puedan exportarse e importarse en un sistema de gestión de aprendizaje on-line de cara a su reutilización y para ello resulta interesante el uso de formatos en XML. Como soporte en diferido el profesor deberá poder recibir información también de las respuestas de los alumnos a medida que estos van revisando la exposición de la clase y tener accesibles, de forma cómoda, estadísticas finales e incluso la posibilidad de obtener información

personalizada para cada alumno que pueda ser tenida en cuenta a la hora de la calificación de la asignatura y, por tanto, ser usada como elemento motivacional a la participación en clase en un determinado momento. Los interfaces de acceso del profesor pueden suponerse accesibles mediante navegador Web de PC de cara al diseño de la presentación de la información.

Analicemos ahora los requisitos desde el lado del alumno. Como soporte en tiempo de impartición el alumno debe poder expresar en todo momento su opinión sobre el ritmo de impartición de la clase. Además debe disponer de un mecanismo sencillo para contestar a las preguntas del profesor. Es importante también que el alumno, una vez contestada la pregunta pueda aprender de las mismas. Para ello se le puede mostrar la respuesta del profesor o bien la respuesta (en porcentajes) del resto de sus compañeros. Esta última opción es interesante de cara al aprendizaje colaborativo y no aplica solo a las sesiones con profesor sino también a los trabajos en grupo. Como soporte en diferido es interesante que el alumno pueda también recibir las preguntas a medida que se visualiza la presentación así como las soluciones a las mismas. De cara a facilitar el aprendizaje ubicuo, en cualquier momento y en cualquier lugar, es importante diseñar la interfaz del alumno para que pueda visualizarse en dispositivos móviles como PDAs. Esto hace que el sistema pueda usarse también de forma presencial como soporte a la clase sin requerir que cada alumno tenga que usar un dispositivo de sobremesa sino tan solo un dispositivo móvil.

Presentamos en las siguientes secciones el diseño, desarrollo y contextualización del sistema WSTIS que ha sido implementado siguiendo estos requisitos.

IV. FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA

El sistema WSTIS se basa en una aplicación Web que puede ser accedida según tres perfiles: Alumno, Profesor y Administrador. Cada perfil tiene unas acciones características, y a su vez, todos los perfiles comparten una serie de acciones comunes. Las acciones comunes son:

- 1) Validarse en la aplicación. El sistema se ha diseñado para que la validación se pueda realizar contra información de una base de datos o bien mediante LDAP de cara a poder integrarse en plataformas de entidades que tengan la información de usuarios accesibles mediante dicho protocolo.
- 2) Salir de la aplicación. La aplicación pide confirmación de que realmente se quiere abandonar la sesión previamente a mostrar un mensaje de despedida.
- 3) Mostrar datos personales. Se permite visualizar el nombre y apellidos de los usuarios, sus datos de contacto así como su perfil.
- 4) Actualizar datos personales actualizables. No todos los datos de usuario se pueden modificar por éste. Algunos de ellos solo estarán accesibles al administrador. Básicamente, la aplicación permite cambiar los datos de

contacto de los usuarios y la contraseña de acceso a la aplicación.

El perfil del alumno presenta un menú con las siguientes opciones:

- 1) Responder a la última pregunta. A medida que avanza la clase el profesor puede ir introduciendo preguntas. El alumno solo podrá responder en cada momento la última pregunta puesta por el profesor. Este indicará al alumno el momento en que debería contestar dicha pregunta de cara a garantizar el perfecto desarrollo y coordinación de la clase.
- 2) Obtener realimentación sobre la respuesta correcta una vez contestada una pregunta bien del profesor bien del resto de alumnos (dependiendo del caso).
- 3) Indicar (votar) la opinión sobre el ritmo de impartición del profesor.

La figura 1 muestra, a modo de ejemplo, la pantalla que el alumno usa para responder a la última pregunta puesta por el profesor:

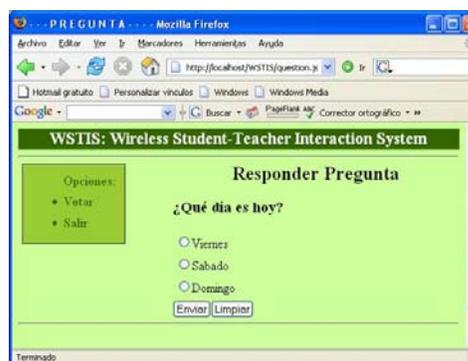


Fig. 1. Interfaz del alumno: responder a una pregunta

La figura 2 muestra por su parte la pantalla asociada al punto 3 anterior.

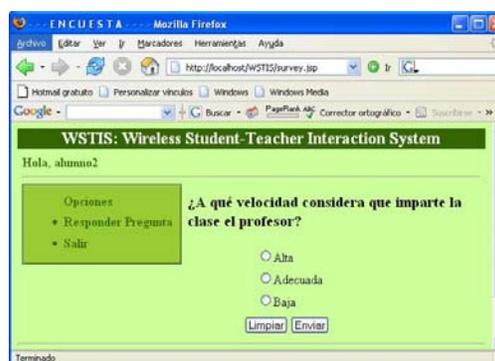


Fig. 2. Interfaz del alumno: opinar sobre la velocidad de impartición

El perfil del profesor presenta un menú con mayor funcionalidad. En concreto permite

- 1) Ver las estadísticas de lo que los alumnos opinan sobre el ritmo de impartición de la clase. Estas estadísticas

muestran los resultados tanto en números absolutos como en porcentajes y se van refrescando periódicamente. De esta manera el profesor puede obtener una idea de su ritmo de impartición y a la vez saber cuán fidedigna es la medida en función del número de respuestas obtenidas.

- 2) Obtener estadísticas globales y por alumno de la respuesta a las preguntas. Las estadísticas globales permiten obtener al profesor una información rápida y en tiempo de impartición del grado de asimilación de los conceptos que se están presentando. Las estadísticas por alumno permiten realizar un seguimiento personalizado en diferido de los mismos, tanto en su seguimiento de la clase en tiempo de impartición como en diferido. Estos datos pueden usarse para alimentar sistemas de motivación del alumno como por ejemplo el dar puntos extra a los alumnos que mejor responden entre los asistentes a las sesiones presenciales.
- 3) Componer preguntas mediante interfaz Web. Dado que durante la impartición de la clase el profesor no tiene tiempo normalmente de componer las preguntas, esta herramienta permite al profesor pre-cargar preguntas en el sistema de forma que puedan ser enviadas a los alumnos a la hora de impartir la clase. La interfaz se ha diseñado de forma suficientemente sencilla como para que profesores no tecnólogos puedan hacer uso de la misma.
- 4) Cargar preguntas de fichero y exportar preguntas a fichero. Esta herramienta permite la reutilización de material entre ediciones de un curso o entre cursos. Además permite crear herramientas de autor de preguntas más complejas que la introducida en el sistema y comentada en el punto anterior. Mediante la exportación-importación permite la inserción de dichas preguntas en el sistema.

A modo de ejemplo, la figura 3 muestra la interfaz que el profesor utiliza para cargar preguntas según lo presentado en el punto 4 anterior.

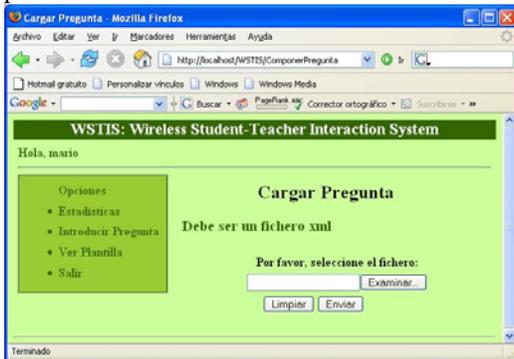


Fig. 3. Interfaz del profesor: cargar a una pregunta

Finalmente el perfil administrador tiene asignadas las tareas de gestión de usuarios bien encapsulando el acceso a base de datos bien usando el protocolo LDAP.

Por lo que se refiere a las tecnologías utilizadas, la parte

cliente de la aplicación corre sobre un cliente Web bien en plataforma de sobremesa bien en plataforma móvil como PDA.

A su vez, para la implementación de la parte servidora se han utilizado principalmente las siguientes tecnologías:

- 1) Tomcat [10] como contenedor de Servlets y JSPs
- 2) OpenLDAP [11] como servidor LDAP
- 3) DOM [12] como API para el tratamiento de ficheros XML.

V. FORMATO DE INTERCAMBIO DE DATOS

Es importante que la información introducida al sistema pueda reutilizarse en múltiples ediciones de un curso. Para ello se ha definido un formato de exportación en importación de preguntas siguiendo XML Schema que permita la validación del proceso. En la versión actual del desarrollo solo se permite el uso del tipo de pregunta de respuesta simple y de respuesta múltiple aunque se prevé insertar nuevos tipos en el futuro. No es el objetivo llegar a soportar al completo el estándar QTI [6] dado que el entorno de aplicación es distinto. Los sistemas ARS requieren una agilidad de respuesta que evita tipos de preguntas complejas. Por otra parte, el procesamiento en tiempo real de las opciones dadas lleva al despliegue de tipos de preguntas como los capturados en la aplicación aquí comentada.

El XML Schema utilizado por el sistema WSTIS es el mostrado gráficamente en la figura 4.

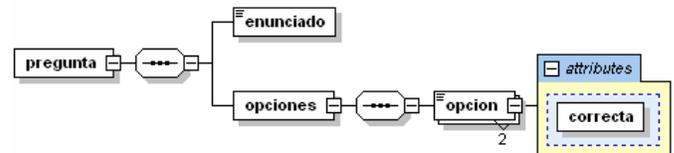


Fig. 4. XML Schema usado para el intercambio de datos.

Según puede observarse en el schema diseñado, la estructura a seguir por el fichero XML que contiene la pregunta es la siguiente:

- El fichero debe estar compuesto por un *enunciado* y unas *opciones*.
- El *enunciado* debe contener una cadena de caracteres y representa el texto de la pregunta.
- A su vez, la parte de *opciones* debe contener un conjunto de dos elementos *opcion* como mínimo.
- Los elementos *opcion* deben contener un atributo obligatorio *correcta*, que puede adoptar el valor 'true' o 'false'. Para preguntas de respuesta simple solo se debe introducir una opción como correcta y para el caso de respuesta múltiple se permitirán varias opciones correctas

Un fichero XML de ejemplo con la estructura adecuada es el que se muestra en la figura 5.

```

<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-15"?>
<pregunta xmlns:xsi="...">
  <enunciado>
    ¿Cuántos bytes debe tener como mínimo la cabecera IP?
  </enunciado>
  <opciones>
    <opcion correcta="true">
      20 bytes
    </opcion>
    <opcion correcta="false">
      30 bytes
    </opcion>
    <opcion correcta="false">
      40 bytes
    </opcion>
  </opciones>
</pregunta>

```

Fig. 5. Ejemplo de fichero de exportación de datos

El ejemplo muestra una pregunta con tres respuestas de las cuales solo la primera es correcta. Los espacios de nombres han sido omitidos para mayor claridad del ejemplo.

VI. CASO DE USO

El sistema WSTIS ha sido diseñado para satisfacer un entorno de enseñanza que combina las clases presenciales con la enseñanza a distancia como es el caso de la Universidad Carlos III de Madrid. En la presente sección, describimos primeramente el marco impuesto por dicha universidad para pasar posteriormente a comentar un caso de uso concreto del sistema WSTIS dentro de una asignatura concreta que se imparte en dicha universidad combinando clases por videoconferencia y educación a distancia.

La universidad Carlos III de Madrid, por el tipo de enseñanza que realiza así como por su carácter innovador y tecnológico, constituye un escenario interesante de pruebas para el sistema ARS presentado (WSTIS). De hecho, el sistema WSTIS está siendo utilizado en experiencias piloto en el marco de dicha Universidad.

Desde el punto de vista de apoyo a la impartición de clases presenciales la Universidad Carlos III consta de unas aulas de teoría dotadas todas ellas con un PC de sobremesa para el profesor conectado a la red IP de la Universidad y con acceso a Internet. La imagen de la pantalla del PC puede proyectarse a los alumnos mediante un sistema de proyección instalado en la clase que a su vez permite la proyección de la imagen de un ordenador externo como puede ser un portátil o un tablet PC. Además, todas las aulas tienen cobertura WiFi abierta para todo el mundo para el uso de HTTP y restringida a profesores y alumnos mediante acceso con contraseña para el resto de protocolos (incluido HTTPS). La figura 6 muestra el aula de grados del Campus de Leganés de la Universidad Carlos III de Madrid. Su dotación en cuanto a los medios informáticos, de proyección y cobertura de red son los mismos que el resto de aulas docentes de la universidad.

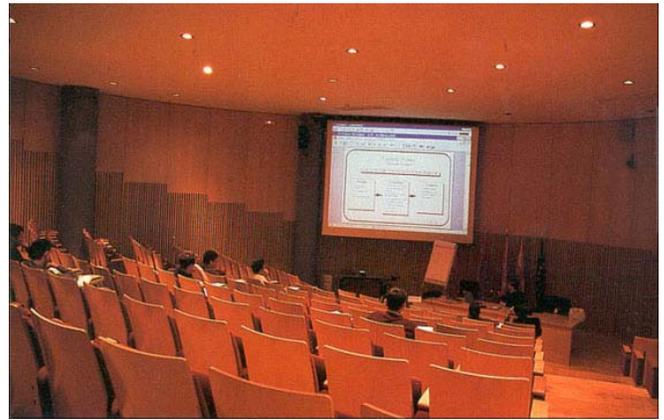


Fig. 6. Aula de grados del Campus de Leganés de la Universidad Carlos III de Madrid

Desde el punto de vista de la enseñanza on-line, la Universidad Carlos III tiene abiertos varios frentes. El más importante es la herramienta de Aula Global que pone en red a disposición de alumnos y profesores capacidades básicas de interacción on-line como soporte a la docencia presencial. Esta herramienta está siendo re-evaluada en la actualidad y su futuro vendrá de la mano de plataformas como Moodle [13] o .LRN [14]. Por otra parte la Universidad Carlos III está participando en proyectos de tele-educación como el proyecto ADA-Madrid, financiado en sus orígenes por la Comunidad de Madrid, que imparte a distancia algunas de las asignaturas para alumnos de las 6 universidades públicas de la Comunidad de Madrid. Estas asignaturas, que son impartidas a distancia como se comentaba, constan por una parte de sesiones de videoconferencia en las que el profesor tiene conectadas 5 sedes remotas y una presencial y que son grabadas en la plataforma on-line para que los alumnos puedan verlas en diferido y por otra parte de una serie de herramientas para facilitar el seguimiento a distancia como documentación on-line, foros, comunicadores y tests de autoevaluación entre otros. El sistema WSTIS está pensado para su adaptación a este entorno permitiendo resolver problemas como el que surge en las sesiones de videoconferencia a la hora de que el profesor tenga conocimiento sobre el seguimiento de sus alumnos remotos a la vez que facilitando la participación de los mismos. También permite aprovechar y obtener información de los alumnos que realizan el seguimiento de la clase on-line en diferido a la vez que es un elemento motivacional para no ir dejando para el futuro el seguimiento de las mismas.

Precisamente, como caso de uso, se está utilizando el sistema WSTIS dentro de la asignatura de Sociedad Internet del programa ADA-Madrid. Esta asignatura utiliza Moodle [13] como sistema de gestión de contenidos para el aprendizaje a distancia en combinación, como se ha comentado en el punto anterior con sesiones por videoconferencia. Estas pueden ser seguidas en tiempo de impartición desde las 6 universidades que participan en ADA-Madrid o bien en diferido a través de la plataforma on-line una vez que la videoconferencia ha finalizado y se ha maquetado. La figura 7 muestra el despliegue de la asignatura

en el sistema de gestión de contenidos on-line.

La asignatura de Sociedad Internet consta de 60 alumnos (10 de cada universidad participante). Estos alumnos provienen de titulaciones diversas, combinando titulaciones técnicas como informática, ciencias exactas como matemáticas o incluso de humanidades o ciencias sociales.



Fig. 7. Sistema de gestión de contenidos on-line

Las sesiones de videoconferencia permiten la interacción de alumnos de 5 sedes remotas más los que asisten presencialmente al aula desde donde se imparte la misma con el profesor. La figura 8 muestra una captura de la señal emitida en la videoconferencia inaugural de la asignatura. Como puede apreciarse en la figura, la visión que el profesor tiene de lo que está ocurriendo en las sedes remotas es muy limitada, no permitiendo obtener una realimentación del grado de asimilación de los contenidos por parte de los alumnos remotos. El sistema WSTIS permite mejorar la interacción alumno-profesor. Usando este sistema el profesor obtiene en menos de 30 segundos respuestas de los alumnos, que le permiten conocer el grado de asimilación de estos. En ediciones anteriores de la asignatura la forma de obtener realimentación por parte de los alumnos era la realización de preguntas de viva voz que debían ser contestadas por turno por representantes en cada sede lo cual por una parte dificultaba el ritmo de impartición de la clase y por otra no ofrecía datos fiables pues las respuestas de alumnos que contestaban después se veían influidas por los que habían contestado antes. Por otra parte, un resultado interesante es el elemento motivacional que supone para el alumno que las respuestas de cada uno queden grabadas en la plataforma. Esto motiva al alumno a seguir la clase para acertar las preguntas. Finalmente, el hecho de que las sesiones queden grabadas permite que los alumnos que cursan en diferido la sesión de videoconferencia también puedan recibir en el momento apropiado las mismas preguntas y contestar a ellas de cara a que el profesor pueda evaluar su rendimiento en diferido. Esta funcionalidad no ha sido usada aún en esta experiencia pero se espera que su introducción motive también el seguimiento de las sesiones de videoconferencia en diferido.

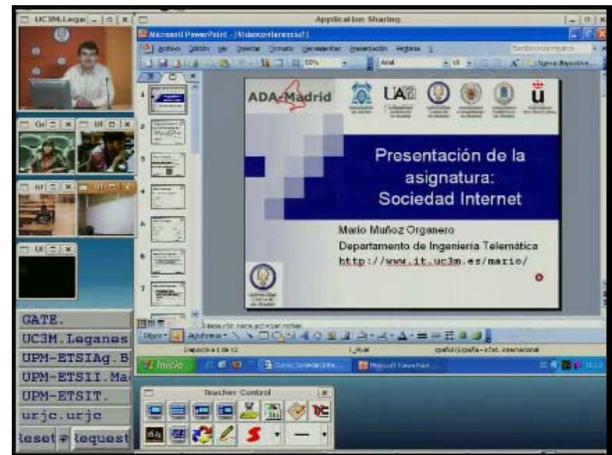


Fig. 8. Utilización de WSTIS en sesiones de videoconferencia

VII. CONCLUSIONES

En el presente artículo se ha presentado un sistema de respuesta de audiencia adaptado tanto al apoyo a la docencia presencial como a la tele-enseñanza y que hemos denominado WSTIS. Se han capturado primeramente los requisitos que un sistema de enseñanza on-line introduce en un sistema de respuesta de audiencia. Estos requisitos tienen en cuenta tanto el soporte a la impartición de sesiones por videoconferencia como el acceso Web a la información en diferido. Se ha presentado posteriormente la funcionalidad del sistema WSTIS y las herramientas software utilizadas para su implementación. Se ha presentado el formato utilizado para la exportación e importación de información del sistema de cara a facilitar su reutilización entre varias ediciones de un curso o entre varios cursos. Se ha mostrado finalmente el escenario de pruebas y validación de la herramienta dentro de la Universidad Carlos III de Madrid.

El sistema WSTIS se ha optimizado para que la interfaz del alumno pueda visualizarse en PDA de cara a su utilización como soporte a la clase en tiempo de impartición. Presenta una interfaz Web que se puede fácilmente insertar en una herramienta de tele-educación.

El formato de preguntas soportado se ha centrado en preguntas tipo test que permiten su rápida respuesta y procesamiento, permitiendo al profesor recibir realimentación de las estadísticas globales de la clase casi instantáneamente.

La herramienta guarda estadísticas por alumno de cara a permitir al profesor contabilizar la participación de cada uno de ellos y a la vez fomentar la participación de los mismos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha estado parcialmente financiado por el Programa Nacional de Tecnologías de la Sociedad de la Información mediante los proyectos TSI2005-08225-C07-01 y -02. El segundo autor agradece la ayuda recibida de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia durante su año sabático en el MIT, así como a Steve Lerman, Daniel Weitzner y Tim Berners-Lee, que le han acogido.

REFERENCIAS

- [1] Lowry, P.B.; Romano Jr., N.C.; Guthrie, R.; "Explaining and Predicting Outcomes of Large Classrooms Using Audience Response Systems". En Proceedings of the 39th Annual Conference on System Sciences, HICSS '06. Hawaii. Enero. 2006
- [2] Petr, D.W.; "Experience with a Multiple-Choice Audience Response System in an Engineering Classroom". En Proceedings de la 35th Annual Conference Frontiers in Education, 2005. FIE '05. Indianapolis, EE.UU. Octubre. 2005
- [3] Casanova J. "An instructional experiment in organic chemistry, the use of a student response system". *Journal of Chemical Education*, volumen 48 (7), pp. 453-455. Julio, 1971
- [4] Brown J. D. "An Evaluation of the Spitz Student Response Systems in Teaching a Course in Logical and Mathematical Concepts". *Journal of Experimental Education*, volumen 40 (3), pp.12-20. Junio 1972
- [5] Grag D. P. "Experiments with a computerized Response System: A Favorable Experience". Proceedings of the Conference on Computers in the Undergraduate Curricula, Fort Worth, Texas, EE.UU, 1975
- [6] Baer, H., Muehlhaeuser, M., Tews, E. & Roessling, G. "Interaction During Lectures Using Mobile Phones". En Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2005. Montreal, Canadá. Junio, 2005.
- [7] Miguel Riesco Albizu, María de los Ángeles Díaz Fondón, "Sistema docente de realimentación inmediata en clases practicas". En actas de congreso Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática. Madrid, España. Julio, 2005
- [8] Koile, K. y Singer, D. "Development of a Tablet-PC-based System to Increase Instructor-Student Classroom Interactions and Student Learning." En Proceedings of WIPE 2006, First Workshop on the Impact of Pen-based Technology on Education, Purdue University. EEUU. Abril, 2006.
- [9] Liu, T., Kiang, J. K., Wang, H. Y., Chan, T. W., y Wei, L. H., "Embedding EduClick in Classroom to Enhance Interaction". En Proceedings of the International Conference on Computers in Education, 2003. Hong Kong. China. Junio, 2003
- [10] Proyecto de desarrollo software Apache Tomcat. Disponible en Internet en la dirección: <http://tomcat.apache.org/>. Última consulta el 12 octubre 2006
- [11] Proyecto de desarrollo software OpenLDAP. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.openldap.org/software/download/>. Última consulta el 12 octubre 2006
- [12] El paquete de procesamiento XML DOM para Java. Disponible en Internet en la dirección: <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api/org/w3c/dom/package-summary.html>. Última consulta el 12 octubre 2006
- [13] Moodle, Sistema de gestión de cursos on-line. Disponible en Internet en la dirección: <http://moodle.org/>. Última consulta el 12 octubre 2006
- [14] .LRN, Sistema de gestión de cursos on-line. Disponible en Internet en la dirección: <http://www.dotlrn.org/>. Última consulta el 12 octubre 2006
- [15] Proyecto ADA-Madrid. Disponible en Internet en la dirección: <http://adamadrid.uc3m.es/>. Última consulta el 12 octubre 2006
- [16] Boyle, J.; Nicol, D.; Hamilton, B.; Dempster, B.; "Experience with classroom feedback systems to enable socratic dialogue in large engineering classes" En Proceedings del IEEE Engineering Education 2002: Professional Engineering Scenarios Londres. Reino Unido. Enero 2002.
- [17] Keng Siau; Hong Sheng; Nah, F.F.-H.; "Use of a classroom response system to enhance classroom interactivity". En *IEEE Transactions on Education*. volumen 49 (3), pp. 398- 403. Agosto 2006.



Mario Muñoz Organero, obtuvo el título de Ingeniero de Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) en 1996, el título de Master en Administración de empresas (MBA) en la UNED en 2002 y el de Doctor Ingeniero de Telecomunicación en la Universidad Carlos III de Madrid en 2004. Actualmente es Profesor Titular de Ingeniería Telemática en la Universidad Carlos III de Madrid, y secretario académico del Master NEBCC, en esta misma universidad. Sus intereses incluyen las

tecnologías middleware para el m-learning, las arquitecturas ubicuas para el e-learning y las arquitecturas abiertas orientadas a servicios. Ha participado en numerosos proyectos de investigación entre los que destacan el proyecto E-LANE de eLearning, financiado por la Unión Europea, en el que participan 5 instituciones europeas y otras tantas latinoamericanas y el proyecto MOSAIC Learning de m-learning en el que participan 6 universidades españolas. Ha participado como miembro del comité de programa de varios congresos internacionales como el 2nd IEEE International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Systems, el IEEE GLOBECOM 2005, el IEEE International Conference on Communications (ICC 2006) y el First International Symposium on Pervasive Computing and Applications (SPCA06). Entre sus responsabilidades anteriores destacan las tareas de consultoría y asesoramiento técnico al Ministerio de Ciencia y Tecnología, a Telefónica y a Lucent Technologies, la representación de Telefónica en el proyecto ETSI TIPHON, así como la secretaría académica del Master en Comercio Electrónico de la Universidad Carlos III de Madrid.



Carlos Delgado Kloos obtuvo el título de Ingeniero de Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) en 1978 y el de Doctor en Informática de la Universidad Técnica de Múnich (Alemania) en 1986. Actualmente es Catedrático de Ingeniería Telemática en la Universidad Carlos III de Madrid, Director del Máster en Comercio Electrónico y del Master NEBCC en esta misma universidad. Sus intereses incluyen aplicaciones basadas en Tecnología Internet, tales como la publicación electrónica, la tele-

educación o el comercio electrónico. Ha liderado un buen número de proyectos de investigación tanto a nivel europeo, como nacional y bilateral (España-Alemania y España-Francia). Entre ellos cabe destacar que actúa como coordinador del proyecto E-LANE de eLearning, financiado por la Unión Europea, en el que participan 5 instituciones europeas y otras tantas latinoamericanas. Ha publicado más de 120 artículos científicos en congresos y revistas nacionales e internacionales. Además ha escrito un libro y co-editado otros cuatro. Entre los cargos que ha ocupado u ocupa se encuentran los siguientes: Vice-presidente de la Junta Directiva Estatal de la Asociación de Técnicos de Informática, representante español comité técnico nº 10 y nº 3 de IFIP, secretario del grupo de trabajo nº 10.5 de IFIP, miembro del Consejo editorial de la revista 'Formal Aspects of Computing' publicada por Springer-Verlag, subdirector de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad Carlos III de Madrid, director del Departamento de Ingeniería Telemática en esta universidad, gestor del Programa Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en el Ministerio de Ciencia y Tecnología español y miembro de comités de programa de más de 70 congresos, entre los que cabe destacar la vicepresidencia del Comité de Programa del Congreso Mundial de Informática de IFIP en el año 1992 y la presidencia de los Comités de Programa de DATE 2002, Telecom I+D 2003, EduTech2004 y EUNICE2005. Perteneció a diversas asociaciones extranjeras y españolas, entre ellas IEEE en donde es miembro senior.