

E-pSylon: Una herramienta para la teleenseñanza síncrona

Juan C. Granda, Francisco J. Suárez, Daniel F. García

Dpto. de Informática
Universidad de Oviedo
Campus de Viesques, s/n
33204 Gijón

{jcgranda,fjsuarez,dfgarcia}@uniovi.es

Resumen

Muchas de las herramientas de teleenseñanza actuales corresponden al modelo asíncrono, donde instructor y alumnos interactúan desde espacios y tiempos diferentes. El modelo de teleenseñanza síncrona permite incorporar estrategias probadas con éxito en la enseñanza presencial, donde el apoyo visual del instructor a las explicaciones facilita la comprensión por parte de los alumnos. Se consigue así una enseñanza guiada y una realimentación inmediata de los alumnos. En este trabajo se propone una herramienta de teleenseñanza síncrona de sencillo manejo que permite el desarrollo de clases virtuales donde instructor y alumnos interactúan en tiempo real. También se presenta la experiencia con el uso de la herramienta en asignaturas relacionadas con la Ingeniería Informática y algunas conclusiones al respecto.

1. Introducción

En los últimos tiempos se ha generalizado el uso de herramientas de teleenseñanza como alternativa a la enseñanza presencial tradicional, especialmente en los últimos cursos de la educación superior. Habitualmente, cada centro de educación superior dispone de un portal a través del que acceder a un campus virtual en el momento y en el lugar que desee el alumno. Se trata de una modalidad de enseñanza asíncrona, que independiza el momento y el lugar desde el que un alumno participa en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Sin embargo, rara vez se utiliza la modalidad síncrona de la teleenseñanza, donde alumno e instructor participan en las actividades formativas al mismo tiempo, independientemente del lugar donde se encuentren. Las herramientas comunes bajo esta modalidad presentan funcionalidades tales como la videoconferencia, la mensajería instantánea, las pizarras virtuales, etc. A diferencia de la alternativa asíncrona, la teleenseñanza síncrona busca emular la in-

Asíncrona	Síncrona
Bajo demanda	Tiempo real
Producido	En directo
Just-in-time	Planificado
Individual	Colectivo
Aprendizaje autónomo	Aprendizaje colaborativo

Tabla 1: Características de las modalidades de teleenseñanza

teracción cara a cara que ocurre entre alumnos e instructor en el aula tradicional. De esta forma, es posible aliviar las ansiedades que se puedan producir en el alumno, ya que la presencia del instructor es mucho más visible. Además, se posibilita la entrega de contenidos de última hora, dado que las interacciones entre alumnos e instructor se producen en tiempo real. En la Tabla 1 se resumen las características de ambas modalidades de teleenseñanza.

En este artículo se presenta e-pSylon, una herramienta para la teleenseñanza síncrona desarrollada en el área de *Arquitectura y Tecnología de Computadores* de la *Universidad de Oviedo* y que viene siendo utilizada en diferentes ámbitos académicos y científicos. Las sesiones de prueba preliminares realizadas utilizando la herramienta sugieren la especial adecuación de la misma y la satisfacción de los alumnos durante su utilización.

El resto del artículo se organiza de la siguiente forma. En la Sección 2 se abordan las cuestiones que motivaron el desarrollo de e-pSylon. En la Sección 3 se exponen otras herramientas comerciales y de investigación previamente desarrolladas. En la Sección 4 se enumeran los requisitos que guiaron el desarrollo de e-pSylon. Todas las cuestiones relacionadas con el diseño de e-pSylon se detallan en la Sección 5. Un caso de uso de e-pSylon se presenta en la Sección 6. Por último, la Sección 7 apunta las conclusiones más relevantes.

2. Motivación

En la actualidad, una de las dificultades a las que tienen que hacer frente las asignaturas del máster de *Sistemas y Servicios Informáticos para Internet* de la *Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón* es el alto absentismo de los alumnos a las sesiones. Esto se explica, en la mayor parte de las ocasiones, por el perfil del alumno que se matricula en el máster. Se trata en su mayoría de personas que se encuentran trabajando y les resulta complicado cuadrar los horarios de trabajo con la asistencia a las sesiones. Además, debido a la corta duración de las asignaturas del máster (habitualmente dos semanas) y que suelen organizarse en sesiones de varias horas, la ausencia a una de estas sesiones supone un contratiempo sensible.

En este sentido, soluciones como la enseñanza a distancia utilizando las nuevas tecnologías se presentan como alternativas complementarias muy válidas y que permiten una mejor organización del tiempo a los alumnos. Resulta especialmente adecuado el uso de técnicas de teleenseñanza síncrona, pues presenta una serie de ventajas: participación en las clases de alumnos muy dispersos geográficamente, evitando desplazamientos y consiguiendo así ahorro de tiempo y dinero; interacción y colaboración entre alumnos e instructor en tiempo real, mimetizando las relaciones que se producen dentro de un aula tradicional; sensación de inmediatez y co-presencia, siendo las dudas de los alumnos resueltas por el instructor inmediatamente; ayuda en la creación de una comunidad de aprendizaje, beneficiándose los alumnos de las ideas de sus compañeros al tiempo que se crea una identidad colectiva que viene a favorecer el trabajo en grupo; funcionalidad extra, permitiendo el uso de pizarras virtuales para fomentar el trabajo colaborativo, la compartición de aplicaciones para mostrar su funcionamiento, etc.; mejora de la acción tutorial, sobre todo en el caso de tutorías con grupos de trabajo.

3. Trabajo previo

Tanto en el ámbito comercial como en el de investigación existen multitud de herramientas que pueden llegar a utilizarse para desarrollar sesiones de teleenseñanza síncrona. Mediante un análisis en profundidad de las características de estas herramientas es

posible deducir un mínimo de funcionalidad común a todas ellas que permita caracterizarlas.

Antes de plantear el desarrollo de una nueva herramienta han sido analizadas gran parte de las herramientas similares existentes, tanto las correspondientes a prototipos de investigación [6, 2, 1, 10, 11, 9, 3, 5, 7, 8] como las distribuidas comercialmente [4]. Gracias a este análisis, se ha podido comprobar que, actualmente, las herramientas que permiten la comunicación en tiempo real mediante audio y vídeo entre interlocutores situados en diferentes localizaciones físicas han ido incrementando su potencial y reduciendo sus diferencias, a pesar de que originariamente fueron concebidas para distintos fines: teleenseñanza, tele-reunión (e-meeting), conferencias web, herramientas colaborativas, compartición de documentos, trabajo sobre aplicaciones compartidas, etc. En mayor o menor medida, todas estas herramientas son válidas para su uso en teleenseñanza síncrona.

4. Requisitos

A partir del análisis de las diferentes herramientas, especialmente las comerciales, se deduce la funcionalidad que puede implementar una herramienta de teleenseñanza síncrona. Sin embargo, no es necesario que una herramienta ofrezca todo este rango de funciones para que con ella puedan realizarse actividades de teleenseñanza síncrona de forma satisfactoria. En ocasiones, incluso puede ser necesaria una deliberada reducción de funcionalidad dependiendo del entorno en el que la herramienta vaya a ser utilizada.

Por otra parte, los alumnos podrán participar en las sesiones de teleenseñanza desde cualquier lugar, siempre que dispongan de un computador conectado a Internet. Por tanto, las características de las conexiones de red de cada uno de los usuarios participantes en las sesiones pueden ser muy distintas, lo cual afecta en gran medida al diseño de e-pSylon.

Específicamente, la herramienta debe ser simple, integrada, con un bajo consumo de ancho de banda y que produzca la menor carga cognitiva posible en el instructor. Asimismo, debe ofrecer la posibilidad de que instructor y alumnos interactúen de forma colaborativa, no sólo permitiendo la comunicación desde el instructor hacia los alumnos, sino que debe ofrecer mecanismos de realimentación para que éste

adapte el ritmo de la clase en función de los alumnos, y que éstos le planteen dudas y cuestiones, así como para que se relacionen entre sí.

4.1. Simplicidad

Aunque e-pSylon está inicialmente dirigida a usuarios con altos conocimientos de informática, un manejo sencillo de la herramienta favorece el uso por parte de otro tipo de usuario. De esta forma, se puede extender el uso de la herramienta a otras disciplinas. Por esta razón, es imprescindible el diseño de la misma y de su interfaz con especial meticulosidad; ésta debe ser muy simple de utilizar por parte de sus usuarios y al mismo tiempo no generar un rechazo inicial al usuario novel. En consecuencia, se puede aceptar una deliberada reducción de interactividad dentro de la plataforma en aras de una mayor simplicidad de manejo. La simplicidad en el diseño de la herramienta debe cubrir aspectos como la usabilidad y accesibilidad de la interfaz, además de dar lugar a unos requerimientos de mantenimiento mínimos que eviten así la necesidad de personal especializado para su administración.

4.2. Interfaz de usuario

Al hilo del punto anterior, la herramienta que utilizan los usuarios para seguir las sesiones de teleenseñanza, a diferencia de gran parte de las herramientas disponibles, debe constituir una sola unidad, y no un conglomerado de herramientas con funcionalidades específicas (videoconferencia, mensajería instantánea, pizarra compartida, etc.). Una herramienta integrada será más fácil de utilizar por personas con escasos conocimientos informáticos, ya que se evitará la existencia de varias ventanas que puedan confundir al usuario. Además, al implementar toda la funcionalidad dentro de la misma aplicación, es posible optimizar aquellas partes que se consideran críticas frente a otras que lo son menos.

4.3. Ancho de banda

En ocasiones, la capacidad del enlace de red de los usuarios es un recurso valioso. Este hecho es más notorio si los usuarios se conectan desde su puesto de trabajo dentro de una red corporativa, especialmente en horario de oficina. Es habitual que los

usuarios dispongan de conexiones asimétricas donde el ancho de banda de subida es significativamente menor que el de bajada. Para el caso de aquellos usuarios conectados desde su puesto de trabajo, los datos procedentes de e-pSylon deben compartir el ancho de banda con otros tipos de tráfico. Por tanto, el rango de anchos de banda sobre los que debe operar la herramienta se diversifica en gran medida.

4.4. Sobrecarga cognitiva

Otro de los requisitos a tener en cuenta es evitar la sobrecarga cognitiva del instructor. En algunas ocasiones, el instructor que debe impartir una clase a un grupo de alumnos utilizando la herramienta carece de una habilidad aceptable en el manejo de aplicaciones informáticas. Si a esto se le une el elevado número de alumnos que pueden estar presentes en una sesión de teleenseñanza, la sobrecarga que puede recaer en el instructor según evoluciona la clase puede llegar a ser elevada.

Entre los factores que influyen en la sobrecarga que pudiera soportar el instructor están, además del número de alumnos, el tipo de alumnos, dependiendo de si son más o menos extrovertidos para plantear cuestiones; la dificultad de la materia a tratar, ya que cuanto más difícil es la temática, más preguntas generarán los alumnos; y cómo pueden los alumnos proporcionar realimentación al instructor. Para este último caso, la sobrecarga que genera un alumno planteando una cuestión a través de un mensaje instantáneo es mucho menor que la generada si esa pregunta se plantea a través del canal de audio interrumpiendo la clase.

5. Diseño

La herramienta desarrollada es una aplicación completa y no una mera agregación de herramientas independientes como sucede con otras alternativas, siendo de esta forma más factible llevar a cabo la optimización de las partes críticas de la aplicación que influyen sobre su comportamiento. Además, para simplificar el mantenimiento del software, tanto el instructor como los alumnos utilizan una misma aplicación, aunque con diferente acceso a las funciones proporcionadas por la misma.

En concreto, en e-pSylon se han implementado las siguientes funcionalidades que permiten desarrollar

actividades de teleenseñanza síncrona de forma satisfactoria:

Audio. Resulta de vital importancia la existencia de un canal de audio a través del cual el instructor hace llegar su mensaje a los alumnos. La calidad del audio debe ser lo más alta posible para facilitar la comunicación, dado que las explicaciones del instructor deben ser claramente entendidas. En consecuencia, debe ser priorizado sobre el resto de datos que se intercambian los participantes en una clase virtual, de tal forma que las condiciones cambiantes de la red no afecten a la inteligibilidad del audio. E-pSylon permite también que los alumnos utilicen el canal de audio para, bajo control del instructor, poder intervenir oralmente en la clase virtual. Se permite así que los alumnos e instructores interactúen y colaboren en tiempo real.

Vídeo. Aunque habitualmente se utiliza para transportar únicamente el busto parlante del instructor, el canal de vídeo sirve para reforzar la sensación de presencia de la figura del instructor en los alumnos, de forma que no se sientan aislados y se eviten posibles ansiedades que pudieran generarse en ellos en relación con el proceso de enseñanza y aprendizaje. Incluso, en algunas ocasiones puede resultar conveniente su uso para que el instructor muestre a los alumnos elementos físicos o secuencie los pasos de una determinada acción. En ese caso, será necesario utilizar una alta resolución espacial y temporal. También se permite que los alumnos utilicen el canal de vídeo para, bajo control del instructor, emular la interacción cara a cara entre instructor y alumnos que se produce en el aula tradicional, si bien debe tenerse en cuenta que el uso de ancho de banda de red del vídeo es significativamente mayor que el del audio.

Mensajería instantánea. El uso de mensajes instantáneos (chat) permite la comunicación entre todos los participantes de la sesión de teleenseñanza a través de mensajes de texto. Esto es útil para fomentar las relaciones entre los miembros, al tiempo que permite a los alumnos plantear dudas al instructor o a otros alumnos sin interrumpir el normal desarrollo de la clase. La mensajería instantánea resulta una funcionalidad imprescindible, pues permite la comunicación entre los participantes incluso ante condiciones de red muy adversas.

Control de presencia. Además de reforzar la sensación de presencia de los participantes en la sesión



Figura 1: Diseño en capas de e-pSylon

de teleenseñanza, el control de presencia es útil para que el instructor lleve registro del seguimiento de la clase por parte de los alumnos y el control de turnos de intervención.

Presentación de diapositivas (pizarra virtual). El instructor puede compartir los contenidos didácticos a través de la presentación de contenidos. Esto le permite cargar los documentos que habitualmente se utilizan en las clases tradicionales (PowerPoint y PDF) y compartirlos con los alumnos. Constituyen la mayor parte de los contenidos que se utilizan como soporte durante el desarrollo de una actividad formativa. También se permite que cualquier alumno pueda compartir, bajo control del instructor, sus propios documentos, de tal forma que se posibilite el trabajo colaborativo entre todos los participantes.

Anotaciones. Tanto el instructor como los alumnos pueden realizar anotaciones para proporcionar concreciones sobre las diapositivas o sobre una diapositiva en blanco a modo de pizarra compartida. Pueden resultar útiles para la resolución de ejercicios planteados. De nuevo, esta funcionalidad está bajo el control del sistema de turnos a cargo del instructor.

Telepuntero. El principal cometido del telepuntero es apuntar elementos dentro de una diapositiva. Esto le puede resultar muy útil al instructor para aportar explicaciones adicionales sobre los contenidos de la diapositiva actual. También los alumnos pueden activar su telepuntero para plantear cuestiones al instructor u otros alumnos, siempre y cuando el primero les ceda el turno de intervención.

El diseño de esta clase de herramientas se organiza normalmente en capas, siendo cuatro las que constituyen la herramienta propuesta: capa de transporte, capa de procesamiento de medios, capa de control de sesión e interfaz de usuario; tal como se aprecia en la Figura 1.

5.1. Transporte

El principal cometido de la capa de transporte es el intercambio de la información multimedia entre instructor y alumnos, para lo cual se utiliza el protocolo de transporte de datos en tiempo real RTP (*Real-time Transport Protocol*). Este protocolo tiene asociado un protocolo de control (RTCP) que permite, entre otras cosas, llevar registro de los participantes de una sesión RTP y estimar la calidad en la recepción de los datos. Cada uno de los medios (audio, vídeo, chat, etc.) se transporta en su propia sesión RTP independiente.

Gracias a que RTP trabaja sobre UDP/IP, es posible utilizar transporte IP multicast en aquellas redes en el que esté habilitado. De esta forma, se consigue una elevada eficiencia en el uso de recursos de red. No obstante, para aquellas redes en las que no esté disponible el transporte multicast se ha desarrollado un servidor específico que actúa de reflector multicast/unicast, y permite a los participantes unirse a actividades de teleenseñanza independientemente de que la red en la que se encuentren admita o no el transporte multicast.

Por otro lado, la gestión del turno de intervención para cada una de las funcionalidades de e-pSylon utiliza transporte TCP, ya que es necesario un canal de comunicaciones fiable. Para aquella información más sensible relacionada con los medios, como por ejemplo las acciones de navegación sobre la presentación de contenidos, se utiliza la técnica de redundancia al enviar los datos FEC (*Forward Error Correction*), que permite corregir muchos de los errores que introduce el transporte no fiable basado en UDP.

5.2. Gestión de medios

La capa de procesamiento de medios es la encargada de gestionar los diferentes tipos de medios manejados: audio, vídeo, mensajería instantánea y control de presencia, presentación de diapositivas, anotaciones y telepunteros.

Para la codificación del audio de los participantes se utilizan dos codecs específicos de voz sobre IP como son iLBC y Speex. Estos codecs están enfocados a la codificación de la voz humana muestreada a 8 kHz y la tasa de bits de los flujos generados oscila entre 2,15 y 24,6 kbps. Además, ofrecen características muy adecuadas para el transporte en la red como

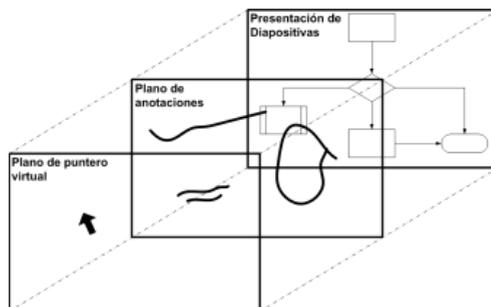


Figura 2: Organización en planos de un área de trabajo

son la robustez frente a pérdidas de paquetes o la cancelación de eco.

El vídeo es codificado utilizando un codec VC-1, orientado tanto a videoconferencia y vídeo de alta definición. Es, junto con H.264, uno de los codecs que mejor ratio de compresión obtiene de la señal de vídeo manteniendo una calidad aceptable.

La gestión de la mensajería instantánea se realiza utilizando la especificación RFC 4103. Esta especificación define cómo deben transportarse los mensajes de texto a través de RTP. Además, para mostrar la lista de participantes a los usuarios de la aplicación se utilizan las funcionalidades de RTCP para la gestión de las sesiones RTP.

La presentación de diapositivas, junto con las anotaciones de los participantes y los telepunteros conforman un área de trabajo. Esta área de trabajo se organiza en planos según la especificación T.126 de la ITU (*International Telecommunication Union*), tal como se aprecia en la Figura 2.

El plano de fondo se utiliza para la exposición de las diapositivas, que pueden obtenerse a partir de ficheros PPT o PDF. Estos ficheros deben ser accesibles a los participantes, para lo cual pueden publicarse en un portal web. También puede utilizarse un plano en blanco en forma de pizarra en blanco. Encima de este plano se sitúan uno o más planos de anotaciones, donde los usuarios realizan las anotaciones que estimen oportunas durante el desarrollo de la clase. Por último, los planos superiores se corresponden con los telepunteros.

Se pueden utilizar varias áreas de trabajo simultáneamente durante una actividad de teleenseñanza. Típicamente, se utilizará un área principal donde es-

tarán los contenidos didácticos, mientras que una o varias adicionales pueden emplearse para plantear ejercicios a los alumnos, como por ejemplo el trazado de esquemas y otras representaciones gráficas.

5.3. Control de sesión

Esta capa es la encargada de gestionar la clase virtual. Esta gestión comprende dos importantes tareas: la negociación de la configuración multimedia de la sesión y la gestión del control de turnos.

La solución adoptada implica la utilización del protocolo de descripción de sesión SDP para la especificación de la configuración multimedia de la clase virtual. De esta forma, los participantes pueden conocer las direcciones de transporte de cada uno de los medios, los formatos de codificación de la información, etc.

Generalmente, los usuarios que deseen participar en una actividad de teleenseñanza concreta accederán a un portal web habilitado al efecto donde podrán descargarse la descripción SDP correspondiente a la actividad. Una vez descargada, podrán unirse a la actividad especificando un nombre de usuario.

Para el control de turnos se ha optado por una solución centralizada basada en el protocolo BFCP (*Binary Floor Control Protocol*), que define un servidor al que se conectan los usuarios participantes y el moderador. En el caso de e-pSylon, el instructor actúan como moderador de la clase virtual, pudiendo conceder y revocar turnos de intervención a los alumnos para cada una de las funcionales anteriormente comentadas. Los alumnos, en cambio, únicamente pueden solicitar la cesión del turno de intervención o liberar el turno.

5.4. Interfaz de usuario

La interfaz de usuario de la aplicación tiene el mismo aspecto para instructor y alumnos, de tal forma que el cambio de rol es posible fácilmente. En la Figura 3 se muestra una captura de la pantalla principal de la aplicación.

En la parte izquierda de la interfaz se sitúa una columna que contiene el vídeo de los participantes, la mensajería instantánea y el control de presencia junto con la gestión de turnos de intervención. La parte central está destinada a la presentación de diapositivas junto con las anotaciones y los telepunteros.

6. Caso de uso

Para validar la aplicabilidad de e-pSylon para soportar actividades de teleenseñanza síncronas se programaron dos sesiones a modo de pruebas piloto en dos asignaturas del máster *Sistemas y Servicios Informáticos para Internet* de la *Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Gijón*. Estas sesiones se realizaron como acciones puntuales para impartir un tema introductorio o para la presentación de trabajos en grupo, así que su incidencia en los resultados académicos de los alumnos fue nula. Tras la realización de cada sesión, se recogieron las opiniones de los usuarios a través de encuestas.

La primera de las sesiones, desarrollada en la asignatura de *Tecnologías avanzadas para servidores de Internet*, con una duración de 2 horas, consistió en la presentación por parte del instructor de un tema de introducción de la asignatura. Los alumnos estaban ubicados en una misma sala y cada uno participó en la sesión desde su propio equipo, mientras que el instructor participó en la sesión desde su despacho. A través de la observación directa, se pudo comprobar la actitud de los alumnos en el uso de la herramienta.

En la primera parte de la sesión, inicialmente, los alumnos mostraban una actitud pasiva ante el discurrir de la clase. La posición habitual era de brazos cruzados observando la pantalla y escuchando las explicaciones del instructor en silencio. Pasados unos minutos, los alumnos comenzaron a explorar las opciones de la herramienta e interactuar entre sí.

Como resultado de la experiencia, la totalidad de los alumnos valoraron como positiva la utilización de este tipo de herramientas en la docencia, resaltando las funcionalidades de la herramienta, aunque también notificando alguna deficiencia.

La segunda de las sesiones se desarrolló en la asignatura de *Multimedia interactiva en Internet* y tenía como objetivo que los alumnos presentaran sus trabajos en grupo al resto de compañeros y al instructor. Durante la sesión, el profesor cedió el control alternativamente a los alumnos para que realizaran las presentaciones de sus trabajos. En esta ocasión, los alumnos participaron en la sesión desde lugares tan distintos como dentro de la propia red de la *Universidad de Oviedo* o desde sus casas, incluyendo alumnos residentes en Madrid.

A la conclusión de la sesión, las encuestas pasadas a los alumnos reflejaron que al 75 % les resultó

The screenshot shows the e-Sylon user interface. On the left, there is a video feed of the instructor, a chat window with messages, and a list of participants (1 instructor and 4 students). The main area displays a presentation slide titled "Experimental Results: Throughput". The slide contains a line graph comparing the throughput of .NET and J2EE platforms. The x-axis is "Number of Emulated Business (EBs)" from 0 to 100, and the y-axis is "Throughput (Total SIPS)" from 0 to 35. The .NET line starts at approximately 10 SIPS at 10 EBs and reaches 35 SIPS at 50 EBs. The J2EE line starts at approximately 10 SIPS at 10 EBs and reaches 13 SIPS at 30 EBs. Handwritten annotations on the slide include a box with 'A B' and 'X | ✓', and a text box stating "The .NET platform saturates with 50 EBs and provides 35 SIPS, near 3 times more than J2EE".

Number of Emulated Business (EBs)	.NET Throughput (Total SIPS)	J2EE Throughput (Total SIPS)
10	~10	~10
30	~25	~13
50	35	~13

Figura 3: Interfaz de usuario de e-Sylon

muy sencillo el uso de e-Sylon, encontrando muy intuitiva su interfaz, mientras que algunos encontraron problemas a la hora de plantear dudas al instructor, principalmente debido a problemas con la configuración de audio. Algunas de las funcionalidades que los alumnos echaron en falta son la transferencia directa de ficheros o las conversaciones privadas entre alumnos.

7. Conclusiones

El modelo de teleenseñanza síncrona permite llevar al campo de la teleenseñanza las estrategias llevadas a cabo con éxito en las clases presenciales. Partiendo de esta premisa, en este trabajo se describen los objetivos y planteamientos de diseño en el desarrollo de una herramienta de teleenseñanza síncrona que permita establecer clases virtuales interactivas en tiempo real. La herramienta surge como alternativa a otras similares evaluadas, pero que no cumplen de forma global las características de funcionalidad, sencillez de uso y mantenimiento que estimamos necesarias para su amplia difusión. Además, aunque

está orientada hacia la formación en campos afines a la Informática, resulta igualmente adecuada para cualquier otro ámbito de formación.

La herramienta posibilita un aprendizaje eficiente gracias a su facilidad de uso y a la variedad de funcionalidades que ofrece, de lo que dan fe los comentarios de los usuarios que la han utilizado.

La herramienta se encuentra en constante desarrollo y utilización en diferentes asignaturas del área de *Arquitectura y Tecnología de Computadores* de la *Universidad de Oviedo*. Está previsto que quede disponible para descarga libre cuando alcance el grado de madurez necesario.

Referencias

- [1] C. Bouras, A. Gkamas, V. Kapoulas y K. Stamos. Desktop synchronous distance learning application enhanced with efficient chair control capabilities. En *Proc. Int. Conf. on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'02)*, págs. 1158–1164, Las Vegas, Nevada, EE.UU., 2002.

- [2] S.G. Deshpande y J.-N. Hwang. A real-time interactive virtual classroom multimedia distance learning system. *IEEE Trans. Multimedia*, 3(4):432–444, 2001.
- [3] A. Fung y J. Ledesma. Extending the classroom. *Information Technology and Educational Management in the Knowledge Society*, págs. 47–56, 2005.
- [4] D.F. García, C. Uría, J.C. Granda, F.J. Suárez y F. González. A functional evaluation of the commercial platforms and tools for synchronous distance e-learning. *Int. Journal of Education and Information Technologies*, 1(2):95–104, 2007.
- [5] Y. Higuchi, T. Mitsuishi y K. Go. An interactive multimedia instruction system: IMPRESSION for multipoint synchronous online classroom environment. En *Proc. 10th Int. Conf. on Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems (KES'06)*, volumen 4252 LNAI - II, págs. 1027–1034, Bournemouth, Reino Unido, 2006.
- [6] H. Latchman, C. Salzmann, D. Gillet y J. Kim. Learning on demand - a hybrid synchronous/asynchronous approach. *IEEE Trans. on Education*, 44(2):208,
- [7] G. Massei, A. Scarpiello y A. Vollono. *Distributed Cooperative Laboratories: Networking, Instrumentation, and Measurements*, capítulo The VIL (Virtual Immersive Learning) Test-Bed: An Innovative Approach To Distance Learning, págs. 527–544. Springer, 2006.
- [8] M. Pahud. ConferenceXP research platform: toward an extensible collaborative environment. Publicación de Microsoft Research, 2008.
- [9] C. Snow, J.M. Pullen y P. McAndrews. Network EducationWare: An open-source web-based system for synchronous distance education. *IEEE Trans. on Education*, 48(4):705–712,
- [10] Z. Yang y Q. Liu. Research and development of web-based virtual online classroom. *Computers & Education*, 48(2):171–184,
- [11] X. Zhao y Y. Zhang. An instructor-oriented prototype system for virtual classroom. En *Proc. 6th Int. Conf. on Advanced Learning Technologies (ICALT'06)*, págs. 200–204, Kerkrade, Holanda, 2006.