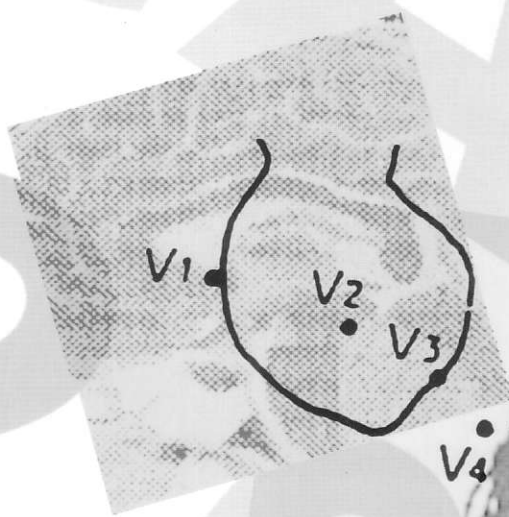


Ingeniería para la Salud



0

**CASEIB**  
**2005**  
**XXIII**

Congreso Anual  
de la Sociedad  
Española de  
Ingeniería  
Biomédica

II JORNADAS DE LA RED  
TEMÁTICA EN INGENIERÍA  
BIOMÉDICA

**Madrid**



10,11 Y 12 noviembre 2005



# Sistemas de formación remota para el personal de salud rural de países en desarrollo

Joaquín Seoane<sup>1</sup>, Javier Parra<sup>2</sup>, Javier Simó<sup>2</sup> y Andrés Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Politécnica de Madrid, <sup>2</sup>Fundación EHAS, <sup>3</sup>Universidad Rey Juan Carlos

## Resumen

*La Fundación EHAS trabaja en el desarrollo de sistemas de comunicación y servicios de acceso e intercambio de información para mejorar la atención sanitaria de zonas rurales aisladas de países en desarrollo. Este artículo presenta los trabajos relacionados con la formación remota en salud de los profesionales que atienden los establecimientos rurales. La teleenseñanza posibilita una formación continua, sin que los técnicos de salud tengan que abandonar regularmente los establecimientos de salud. El sistema de autoría de cursos a distancia en XML permite a los proveedores de contenido desarrollar de forma sencilla materiales formativos transformables a formatos apropiados para su transporte sobre redes radio de bajas prestaciones. La plataforma de teleenseñanza desarrollada permite el seguimiento remoto de los alumnos, permitiendo, a través de una herramienta de sincronización "off-line", sistemas de teletutoría, exámenes remotos, foros de discusión, etc. El sistema se encuentra en fase de pruebas de laboratorio y próximamente será evaluado en varios proyectos piloto en zonas aisladas de Perú, Colombia, Cuba y Brasil.*

## 1. Introducción

La telemedicina es definida por la OMS "como el uso de información y tecnología de comunicaciones para el intercambio de información válida para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades o daños, investigación y evaluación; y para la educación continuada de los proveedores de salud pública, todo ello en interés del desarrollo de la salud del individuo y su comunidad".

Aunque una de las principales promesas de la telemedicina ha sido precisamente la de contribuir a mejorar el sistema sanitario en zonas aisladas del planeta, pocos son los proyectos que actualmente se centran en este objetivo, sino que se limitan a la interconexión y al intercambio de información entre hospitales y entidades de relativa importancia. Esta situación, en la mayoría de los países subdesarrollados, se une a la de la falta de especialistas, a la escasez de recursos, y en muchos casos a las dificultades geográficas de comunicación interna.

En este contexto, el Programa EHAS[1] ([www.ehas.org](http://www.ehas.org)), se ha centrado en el desarrollo de sistemas de comunicación, intercambio y acceso a información para establecimientos de atención primaria pertenecientes al

Sistema Público de Salud ubicados en zonas aisladas de sierra o selva en diversos países (hasta ahora Perú, Colombia y Cuba), con grandes dificultades de acceso a infraestructuras (normalmente sin luz, carretera ni acceso telefónico).

El objetivo principal de los desarrollos presentados a continuación es el de mejorar la capacidad diagnóstica y terapéutica del Sistema de Salud en las zonas rurales a través de la formación continua del personal médico.

El personal sanitario en estas zonas, caracterizadas por una mala comunicación física, una telecomunicación pobre y por la carencia total o parcial de energía eléctrica, suele sufrir además situaciones personales de aislamiento profesional y personal y de baja formación (excepto en Cuba), y en determinados lugares es personal pluriempleado, sin apenas tiempo para ampliar su formación.

Tras investigaciones de campo llevadas a cabo por nuestro grupo desde 1997, se formuló la hipótesis de que la teleformación puede ayudar a mejorar sustancialmente la atención sanitaria en las zonas más aisladas de América Latina, y ello motivó el desarrollo que se presenta a continuación.

La Universidad Politécnica y la Universidad Carlos III de Madrid han desarrollado un sistema de teleeducación diseñado para ofrecer cursos a distancia tanto para alumnos con conexión 24 horas, como para aquellos con acceso a Internet de forma intermitente, así como para los que únicamente disponen de conectividad vía correo electrónico[2].

El sistema de edición de cursos y exámenes se ha diseñado con el objetivo de que sean médicos no especialistas en informática aquellos que generen, de forma pseudotransparente, el documento XML que contiene el curso. Estos médicos están encargados de crear y ofertar cursos de formación para los tres niveles clásicos de personal de salud (médicos, enfermeras y técnicos de enfermería), los cuales pueden ser enviados por lecciones a través de correo electrónico y mediante sistemas interactivos de seguimiento y evaluación pueden ser certificados por las autoridades de salud. Gracias al editor XML de cursos EHAS, resulta sencilla y rápida la traducción de cursos tradicionales a formato multimedia, y su envío en lecciones a los usuarios. Una herramienta de

gestión permite a los profesores y tutores el seguimiento de los alumnos y un sistema de exámenes remotos permite evaluar adecuadamente a los mismos.

## 2. Estructura de Cursos y Exámenes.

Como se dijo anteriormente, los cursos y otros materiales didácticos (exámenes) están definidos en un formato basado en XML, con objeto de que sean ligeros y fáciles de procesar, sacrificando cierto nivel de expresividad, a menudo deseable en materiales para el aprendizaje por ordenador. En particular, para adaptarnos a las posibilidades de los sistemas de telecomunicación inalámbricos de bajo ancho de banda, era necesario poder dividir los cursos automáticamente en porciones apropiadas para un uso austero de los enlaces, sin monopolizarlos y reduciendo el consumo diario de energía. Como contrapartida tenemos la posibilidad de representarlos en diversos formatos y aspectos, incluida la copia impresa.

Como XML es un formato basado en caracteres y relativamente comprensible para los seres humanos, los materiales pueden crearse y modificarse mediante editores de texto ordinarios, aunque es conveniente el uso de un editor especializado, como en nuestro caso, el Editor EHAS que comentaremos posteriormente.

Las estructuras de cursos y exámenes se definen por medio DTD (Document Type Definition), que es la forma más sencilla de expresar los elementos de los documentos, su orden y los atributos permitidos. Así mismo las estructuras de esos materiales son muy sencillas y adaptadas a su propósito, para facilitar especialmente su uso y comprensión por personal no tecnológico.

### 2.1. Definición lógica de los cursos.

Un curso EHAS es la expresión sencilla de un material didáctico estructurado de forma relativamente tradicional. Así, tiene un título, autores, una fecha de publicación, un área temática, un público al que está destinado, unos objetivos, unos requisitos previos, una introducción y los contenidos.

Los contenidos se organizan en capítulos o módulos, y éstos a su vez pueden organizarse en secciones, dentro de las cuales se pueden anidar otras secciones. Dentro de los capítulos y secciones estará el material del curso propiamente dicho, en forma de texto estructurado, con párrafos, listas, tablas, además de elementos multimedia, como imágenes, videos, etc.

Al final de cada capítulo, sección o al final del curso puede haber un resumen. También pueden incluirse pruebas de autoevaluación que permitan al alumno conocer lo que ha aprendido hasta el momento, sin necesidad de examinarse ante un evaluador.

Dentro de los metadatos que definen un curso está su duración, es decir, el esfuerzo en horas necesario para su

asimilación. Sin embargo, para facilitar la planificación didáctica y la división automática en porciones de duración similar, los elementos estructuradores principales (capítulos y secciones) tienen también un atributo de duración.

Además, los cursos EHAS incluyen una serie de elementos transversales que facilitan el estudio y repaso, como son las definiciones de términos, que proporcionan información sobre el significado de conceptos técnicos que puedan aparecer.

Otros elementos, como la bibliografía de referencia, posibilitan ampliar conocimientos. Elementos menores permiten incluir algunas cuestiones de detalle, como la atribución de derechos de copia de materiales multimedia de terceros. La Figura 1 muestra el esquema simplificado de primer nivel de un curso.

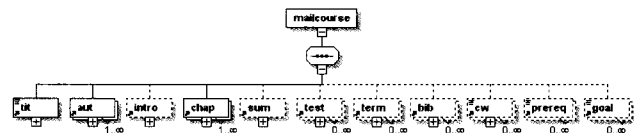


Figura 1. DTD de un curso EHAS

### 2.2. Definición lógica de los exámenes.

Un examen EHAS es la mínima expresión de un examen, y sin embargo es suficiente para la mayoría de los propósitos de evaluación. Puede tener una introducción, dando quizá detalles de como realizarlo, tras la cual puede haber tres tipos de preguntas. Uno de ellos permite respuesta libre y se le asigna un espacio máximo y una puntuación (un punto por defecto).

Los otros dos son de tipo test, ya sea con una sola respuesta correcta o con varias respuestas correctas (el alumno debe saber de qué tipo es), y se evalúan de modo que las respuestas incorrectas puntúen negativamente, y que un test rellenado al azar puntúe cero. Obviamente las preguntas de tipo test permiten su evaluación automática.

La definición en XML de un examen incluye las respuestas correctas, de modo que cuando se formule, al alumno sólo se le muestren las preguntas, pero que pasada la fecha de impartición, puedan aparecer las respuestas sin esfuerzo adicional.

Existe también la posibilidad de que una herramienta seleccione una parte de las preguntas de un examen al azar, de manera que distintos alumnos reciban distintos subconjuntos del examen, posiblemente desordenados, para dificultar deshonestidad académica (copiar).

Por supuesto, un examen tiene una duración, de modo que una herramienta telemática debe dar un plazo al alumno para cumplimentar el examen, impidiéndole aumentar ese tiempo y también la repetición.

### 3. Editor de Cursos y Exámenes

El editor desarrollado[3] está basado en la modificación de un editor genérico escrito en Java (GenDoc[4]), al que se le han agregado los “plugins” correspondientes para la edición de cursos y exámenes. El editor puede presentar tanto la estructura lógica simplificada del documento (se eliminan los elementos *menores*), como una visión casi WYSIWIG que facilita la sensación de editar en un aspecto concreto. La figura 2 muestra ambas visiones. Para la obtención de una representación más cercana a la realidad final, el editor puede invocar transformadores a HTML o PDF, visualizándolos con los correspondientes visores.

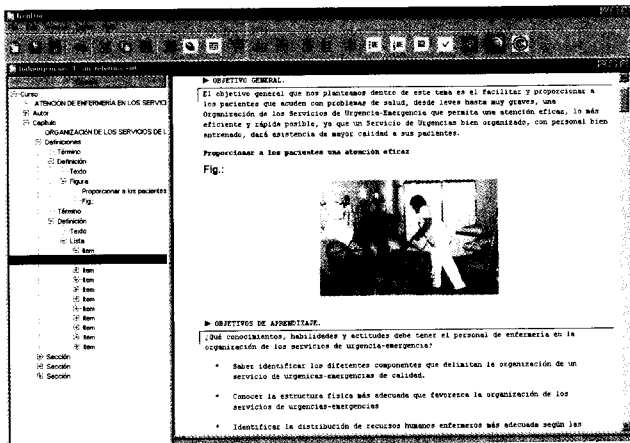


Figura 2. Editor de Cursos y Exámenes EHAS

### 4. Transformadores

El curso o el examen generado puede ser distribuido en al menos tres formatos distintos, dependiendo del escenario en el que se encuentra el alumno. Se ha creado un transformador XML / HTML para su visualización directa a través de Web. También hay un transformador XML / LaTeX / PDF para obtener un formato de impresión adecuado, y por último un transformador XML / XML partido en lecciones, para su envío a usuarios a través de correo electrónico. La Figura 3 esquematiza el proceso que hay entre la edición la publicación.

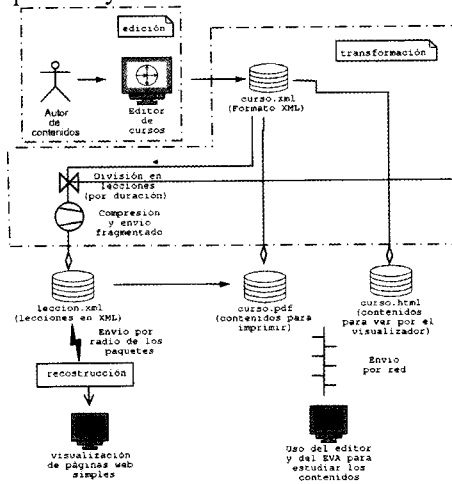


Figura 3. Distribución de cursos y exámenes EHAS

Un componente escondido dentro de la transformación a HTML es el llamado “visualizador”, que es un complemento en JavaScript que permite que la interfaz de usuario sea mucho más amigable y utilizable que HTML sencillo. Por ejemplo, permite ver el material didáctico en páginas pequeñas, del tamaño de la pantalla para que el alumno no se pierda con páginas grandes. La plataforma de teleeducación, también permite que el alumno siga el curso en orden, sin saltarse pasos.

### 5. Seguimiento y Visualización de Cursos y Exámenes.

Para el seguimiento y visualización de cursos y exámenes, se ha desarrollado una plataforma LMS basada en ILLAS[5], de la Universidad de Colonia. La plataforma ofrece un entorno para los alumnos y los tutores y permite, a unos, realizar cursos y exámenes, o participar en foros de discusión, y a los otros realizar un seguimiento de estos alumnos, calificar sus trabajos, crear nuevos contenidos, organizar exámenes, etc. La Figura 4 muestra el aspecto de una de las pantallas de la plataforma.

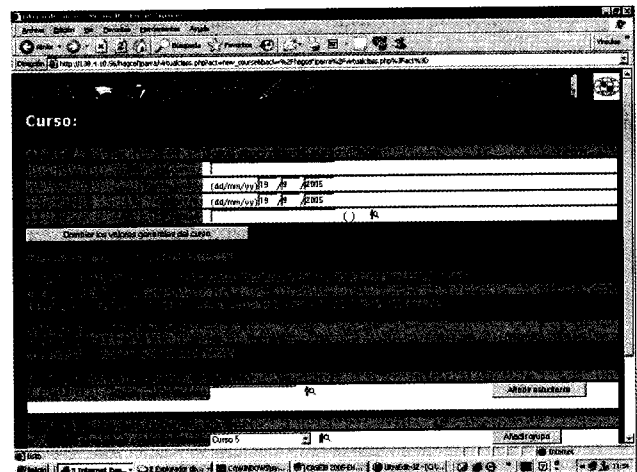


Figura 4. Plataforma de Teleenseñanza

Esta plataforma se ha adaptado para, por un lado soportar el modelo de cursos y exámenes basado en XML de EHAS, además de dar soporte a otras demandas de los usuarios. Por otro lado, y más importante, se da soporte al funcionamiento sin conexión permanente. En este modo es necesario que el servidor central de teleeducación tenga representantes o réplicas allá donde no haya conectividad permanente de ancho de banda suficiente. Estos representantes son réplicas parciales del servidor central, ya que sólo mantienen estado de la información relevante para los usuarios locales (en muchos casos de un único usuario y de todas las interacciones del mismo con los demás).

La sincronización con el servidor central puede hacerse por medio de llamadas periódicas del representante al servidor, momento en el cual intercambian y sincronizan estado. La Figura 5 muestra este paradigma, con un representante en un ordenador personal y otro en un

servidor conectado a una red inalámbrica rural. No obstante, no siempre puede lograrse que el cliente y servidor puedan comunicarse directamente. Por ejemplo, un cliente puede estar conectado a una red radio VHF que sólo puede usar a ratos para comunicarse con un servidor, que a su vez tiene una línea telefónica que llama de vez en cuando a un proveedor de acceso a internet.

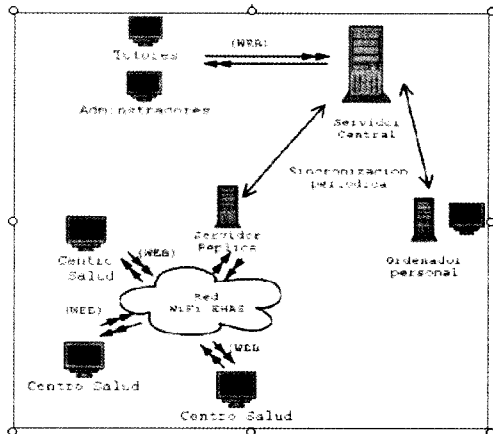


Figura 5. Sistema de Sincronización remota entre plataformas

En este caso la sincronización debe basarse en la transmisión de mensajes generados por los eventos que sucedan en el servidor o en las réplicas representantes. El transporte de esos mensajes puede hacerse por correo electrónico, ya que es un medio diseñado expresamente para ese tipo de conectividad.

## 6. Resultados

En este momento se dispone de versiones de evaluación del editor de cursos y exámenes, los transformadores y de la plataforma de teleeducación para conexión intermitente. No así de la plataforma para sincronización por medio de correo electrónico, que está en fase de diseño. La evaluación con usuarios reales comenzará a finales de 2005 con los usuarios de las redes EHAS instaladas en Perú, Colombia y Cuba.

## 7. Conclusiones

Los sistemas de teleeducación actuales no son aptos para situaciones como las del personal sanitario rural de países en desarrollo, ya que exigen conectividad permanente, generalmente de elevado ancho de banda. Aquí se demuestra que ésta no es una característica necesaria y que es posible una alternativa que facilite el trabajo, en el caso concreto de EHAS, de los agentes de salud rural, sin que sea necesario que se desplacen siempre a actividades de formación, dejando posiblemente desatendido su puesto de trabajo. El impacto producido por la formación remota en salud, usando las herramientas descritas, será medido durante el transcurso del año 2006 en el departamento de Cuzco (Perú), el del Cauca (Colombia) y en la provincia de Guantánamo (Cuba). El programa ALIS de la Unión Europea ha permitido llevar a cabo el desarrollo de las herramientas y la prueba piloto en campo.

## Referencias.

- [1] Martínez A, Villarroel V, Seoane J, del Pozo F. "Rural Telemedicine for Primary Healthcare in Developing Countries". IEEE Technology & Society Magazine. Volume 23; Number 2; Summer 2004. pp 13 - 22. ISSN: 0278-0097.
- [2] A. Sáez, J. Seoane, V. Villarroel, A. Martínez. "Formación remota en salud con sistemas de bajo ancho de banda". VI Congreso Nacional de Informática de la Salud (InforSalud 2003). Sociedad Española de la Salud. Madrid. España. 2,3 y 4 de Abril de 2003.
- [3] Fernández-Olea, A. Saez-Torres, J. Cid-Sueiro, A. Martínez-Fernández, EHAS Course Editor. A multimedia tool for e-learning course creation. Procs. of the 7th COST#276 Workshop on Information and Knowledge Management for Integrated Media Communication (CD-ROM), Ankara (Turkey), Nov, 4-5th, 2004.
- [4] GenDoc. Sitio Web en <http://gendiapo.sourceforge.net>.
- [5] Ilias. Sitio Web en <http://www.ilias.de/ios/index-e.html>.