

Optimización de modelos e-learning mediante Broadcatching: P2P + RSS

Rafael García Monroy
E.T.S.I.T. U.P.M.

Departamento Ingeniería de Sistemas Telemáticos
e-mail: rafael.gmonroy@alumnos.upm.es

Abstract — El e-learning tiene hoy en día innumerables versiones y modelos funcionales. Desde el más sencillo blog y los medios de discusión e interactividad mediante e-mail, hasta el streaming de contenido en línea, la experiencia educativa real está lejos de ser óptima y comparable con la posibilidad de asistir a clases físicamente. Ya que problemáticas como la distancia y la falta de tiempo hacen del e-learning una herramienta inconmensurablemente importante, el desarrollo de nuevos modelos y la optimización de los ya existentes resulta imperativo. El siguiente artículo describe un modelo basado en la tecnología peer-to-peer, específicamente BitTorrent, y Really Simple Syndication (RSS), a través de los cuales las clases de vídeo grabadas son inmediatamente distribuidas compartiendo recursos de red y, de gran importancia, diseminando los ficheros educativos con una calidad de contenido exponencialmente mejorada, i.e. las clases grabadas. La rentabilidad del modelo de distribución P2P, la inmediatez de notificación de disponibilidad de contenido, la calidad del vídeo distribuido, la compatibilidad de las herramientas empleadas para la puesta en marcha del modelo y los mejores escenarios para su despliegue serán ilustrados. **Palabras clave:** BitTorrent, broadcatching, e-learning, P2P, RSS, vídeo.

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas educativos deben reinventarse continuamente para permanecer relevantes y para tomar ventaja y provecho de los enfoques innovadores y de las nuevas tecnologías [1]. Estos avances en innovación y tecnología toman forma e importancia especialmente con el e-learning. E-learning es la forma corta en inglés de educación electrónica. Con el despliegue cada vez mayor de Internet, el concepto de e-learning ha evolucionado de ser un medio de intercambio y distribución de material o contenido educativo a una estructura más compleja asociada al campo de la tecnología de enseñanza avanzada (ALT) [2], la cual trata tanto con tecnologías como con metodologías asociadas en educación que emplean tecnologías multimedia y de redes de distribución. El desarrollo de tecnologías de Internet y de multimedia (contenido, tecnologías y servicios) permite que el e-learning sea llevado a cabo.

Desde sus primeros orígenes, el e-learning ha encontrado tanto a duros críticos como a seguidores entusiastas. Por un lado, la presencia física e interacción uno a uno entre alumno y profesor no puede ser experimentada a través de medios electrónicos. Por otro lado, presenta una excelente alternativa para quienes no pueden asistir a clases por cualquier razón (tiempo, distancia, costo, etc.). Es por esto que el e-learning presenta una gran alternativa para la educación flexible y la educación a distancia. De cualquier modo, las necesidades de la educación en línea están creciendo rápidamente, y el desarrollo y despliegue de mejores, más rápidos y más efectivos modelos educacionales es especialmente importante.

Los modelos de e-learning pueden tomar muchas formas y pueden emplear diversas tecnologías, como el correo electrónico, medios de discusión grupal en línea, sitios web, chats de texto, materiales de enseñanza web, software de gestión de enseñanza y muchos otros. El e-learning puede implicar actividades en línea así como actividades fuera de línea. El modelo propuesto en este artículo considera la optimización de la calidad del contenido de vídeo y su inmediata distribución a los suscriptores, tomando en cuenta el componente en línea –sincrónico- de descargar contenidos compartiendo recursos (P2P), y el componente fuera de línea de acceder al contenido de clase en cualquier lugar (cualquier dispositivo: ordenadores personales o dispositivos móviles) Fig. 1., en cualquier momento –asíncrono. Este modelo puede ser agregado a cualquier sistema e-learning que emplee otras tecnologías de comunicación y herramientas de aprendizaje.

El artículo está organizado de la siguiente manera: La sección 2 trata con *BitTorrent*, la tecnología P2P elegida para el modelo e-learning. La sección 3 da una explicación básica de RSS. La sección 4 explica el *Broadcatching*. La quinta sección explica cómo *BitTorrent* y *RSS* trabajan juntos (en aplicaciones como *uTorrent* y *Azureus*) en este modelo, y su importancia para que el contenido educacional esté disponible inmediatamente tras la publicación por parte de la entidad educativa proveedora de contenido, compartiendo recursos de manera rentable. La sección 6 considera algunos puntos adicionales relacionados al modelo propuesto, y la última sección concluye el artículo con algunos apuntes finales, mencionando la línea futura de trabajo.

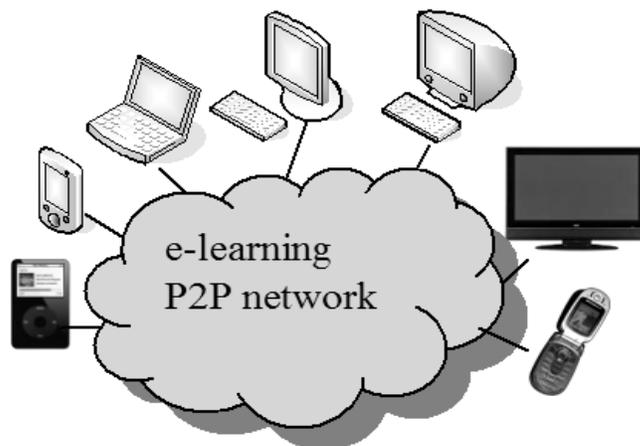


Fig. 1. E-learning en línea y fuera de línea: en cualquier momento, en cualquier lugar.

II. PEER-TO-PEER: BITTORRENT

Las redes peer-to-peer (P2P) comparten el ancho de banda cumulativo y los recursos de los participantes de la red en lugar de emplear los usuales servidores centrales que suelen ser costosos y reducidos en número [3]. Fig.2.1. El uso principal de estas redes consiste en compartir ficheros. En este caso, y de acuerdo al modelo e-learning propuesto, ficheros de video de alta calidad serán compartidos. En lugar de tener solamente un nodo con la carga de servir los ficheros, cada participante en la red comparte pedazos del (los) fichero(s) que se descargan. Es por esto que cada nodo es considerado como un par (peer) igual, funcionando simultáneamente como cliente y como servidor. Fig.2.2. Una ventaja importante de los sistemas P2P es que incrementan la robustez en caso de fallos al replicar los datos en múltiples peers, inclusive permitiendo que los nodos encuentren los datos sin depender de un servidor centralizado. En el mundo educacional existen algunos proyectos P2P como LionShare [7], diseñado por la Universidad Estatal de Pennsylvania, el MIT y la Universidad Simon Fraser, para facilitar la compartición de ficheros entre instituciones educacionales a nivel global.

El paradigma P2P tiene cuatro generaciones hasta el momento. La primera es la generación cliente-servidor, que tiene una lista de ficheros centralizada. La segunda generación introdujo la descentralización, después de los problemas acaecidos con Napster. La tercera generación tiene componentes de anonimato integrados (indirectos y cifrados), y la cuarta generación hace alusión al streaming P2P (con problemas de calidad y ancho de banda).

BitTorrent es un protocolo P2P de comunicación para compartir ficheros. Ofrece una manera de distribuir ampliamente grandes cantidades de datos sin que el distribuidor original incurra en los costos totales de hardware y de recursos de ancho de banda y hosting [5]. Cada nodo o participante de la red provee fragmentos de datos a los otros participantes, reduciendo de esta manera el costo y la carga en cualquier fuente original, además proveyendo redundancia en contra de problemas del sistema y reduciendo la dependencia en el distribuidor original. Hay muchos clientes diferentes de BitTorrent, que son programas que implementan el protocolo de BitTorrent. Estos clientes pueden preparar, peticionar y transmitir cualquier tipo de fichero sobre una red de ordenadores empleando también una instancia de un cliente, es decir, usando el protocolo.

Para compartir ficheros o grupos de ficheros (en nuestro caso, ficheros de videos de clase), primeramente se necesita que un peer (peer de la institución educacional que provee las clases grabadas) cree un *torrent*, que es un pequeño fichero que contiene los metadatos de los ficheros que serán compartidos, y que lo relacione a un *tracker*, el ordenador que coordina la distribución de los ficheros. Los *peers receptores* del modelo (educacional) que deseen descargar el fichero –video de clase-, (*e-estudiantes*) primeramente obtienen un fichero torrent del fichero en cuestión y se conectan al tracker especificado, el cual les dice de cuáles otros peers pueden descargar los pedazos del fichero Fig.2.3. Los algoritmos y mecanismos empleados por BitTorrent logran costos mucho menores, mayores redundancias y mayor resistencia al abuso o *flash crowds* que servidores regulares HTTP.

Ya que BitTorrent fragmenta los ficheros en muchos pedazos (entre 64kB y 1MB cada uno), los ficheros no pueden ser abiertos hasta que la descarga ha sido totalmente completada. Esto no resulta importante: Las ventajas de compartir recursos hacen que distribuir ficheros sea universalmente rentable. Un estudio sobre el desempeño de BitTorrent puede ser encontrado en [4].

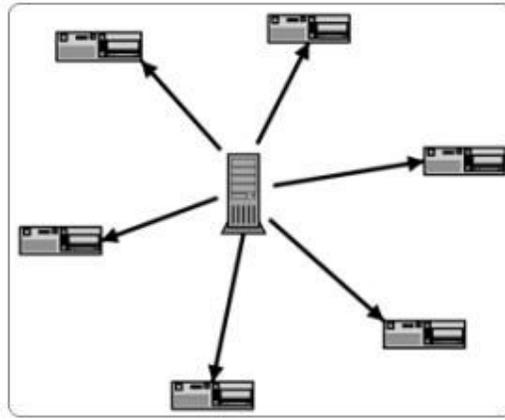


Fig. 2.1. Servidor centralizado.

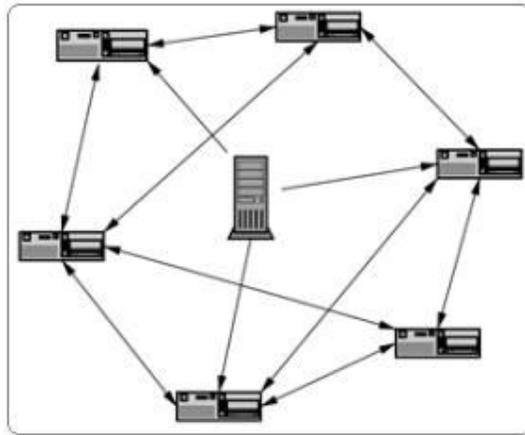


Fig. 2.2. Peers actuando como clientes y servidores.

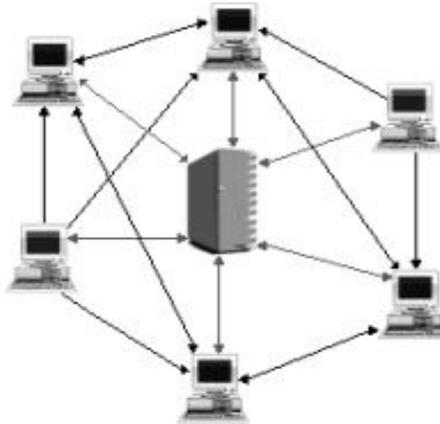


Fig. 2.3. El *tracker* informa a los peers antes de y durante la distribución, de los nodos conectados.

III. RSS

Really Simple Syndication, o RSS, es una familia de formatos feed Web especificados usando XML, usados para publicar contenido actualizado con mucha frecuencia [6], como entradas de blogs, nuevas noticias o podcasts. En el caso del modelo presentado, será usado para publicar *videocasts* (archivos de videos de clases grabadas) de e-learning frecuentemente actualizados. Un documento RSS, que es llamado *feed*, *web feed* o *channel*, puede contener un resumen de contenido de un

sitio web asociado o inclusive el texto completo. Esta herramienta sencilla de sindicación hace posible que la gente esté al día y actualizada con sus sitios web de interés en una manera totalmente automatizada que lo hace más sencillo que la verificación manual. El sistema e-learning presentado emplea RSS para inmediatamente actualizar los ficheros de videos de clases disponibles para que los estudiantes puedan automáticamente descargarlos, desde el momento en que están disponibles.

Los *Aggregators*, *feed readers* o *RSS readers* son herramientas de software que leen contenido RSS. Los *feeds* son comúnmente usados con sitios web que son frecuentemente actualizados, en este caso, la página interactiva de e-learning. Los usuarios simplemente deben suscribirse al *feed* ingresando su link al lector o dando clic al icono RSS del navegador que inicia el proceso de suscripción. El lector verifica regularmente los feeds a que el usuario está suscrito en búsqueda de contenido Nuevo, descargando automáticamente cualquier actualización que encuentre.

RSS tiene un gran potencial. Puede ser empleado para filtrar información, automatizar la tarea de continuamente visitar los mismos sitios web en búsqueda de nuevo contenido, compartir recursos, tener acceso a nuevas herramientas y recursos e inclusive hacer conexiones con otros usuarios. Todo lo anterior ideal en el mundo del e-learning. El contenido obtenido puede variar desde artículos, ficheros, publicaciones en blogs, fotos, documentos PDF, presentaciones PowerPoint, ficheros de audio, otras aplicaciones y ficheros de video. El modelo propuesto usa RSS para obtener ficheros de video educacionales.

IV. BROADCASTING

Broadcasting es un término que hace referencia a la descarga de contenido digital que ha sido puesto a disposición de los internautas en Internet usando la sindicación RSS. Esto implica un mecanismo automatizado que agrega varios feeds web y descarga contenido. La combinación de BitTorrent y RSS permite que los peers conectados a Internet actúen como grabadoras de video digital, mientras se comparten recursos en el período de descarga, todo de forma muy rentable. Lo mencionado resulta muy atractivo para el *e-learning*, ya que BitTorrent provee el método de bajo coste para distribuir grandes ficheros de clase (*e-class-files*) a un grupo potencialmente grande de *e-alumnos*, y RSS permite que un sitio web provea fácilmente una suscripción a una serie de ficheros BitTorrent (*e-learning files*).

Hay un par de clientes BitTorrent con soporte RSS incluido (a través de un plugin): *uTorrent* y *Azureus*. Ya que *uTorrent* es un cliente ligero y eficiente de BitTorrent [8] con la característica mencionada de descarga automática, el modelo presentado en este artículo lo usa como herramienta de broadcasting. Fig 4.

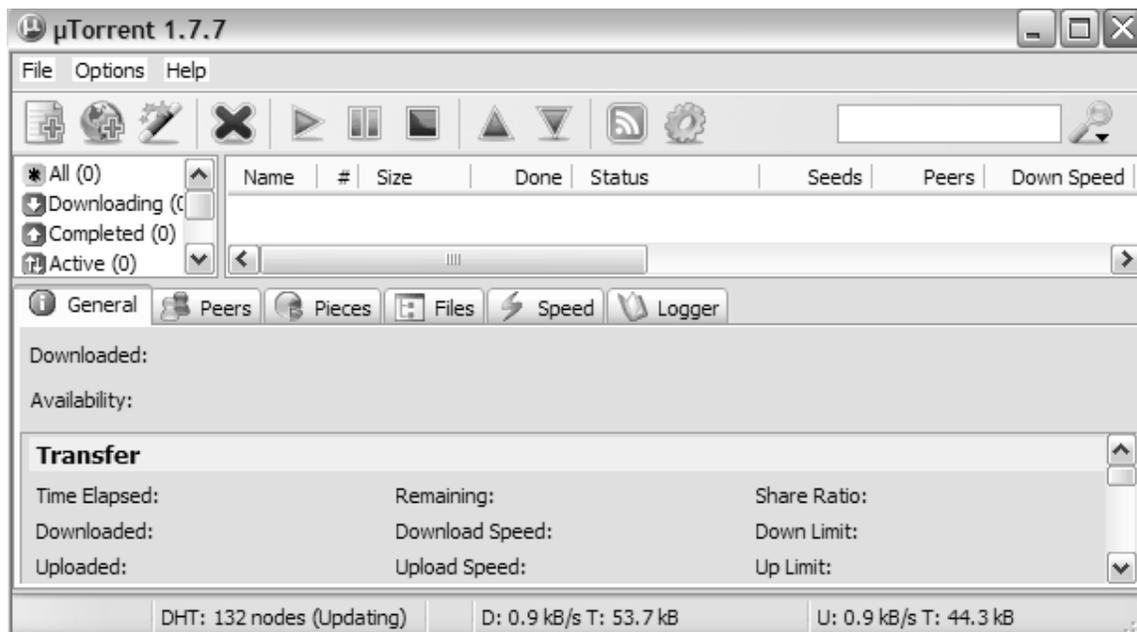


Fig. 4. Interfase de aplicación *uTorrent*.

V. EL MODELO

Los componentes que conforman al modelo son: e-universidad, e-estudiante (e-peer), e-feeds, e-agregador y e-clases (e-ficheros). La estructura básica del modelo se muestra en la Fig. 5.1.

Del lado del proveedor del e-learning:

1. La *e-universidad* graba las clases en formato digital. Los ficheros *torrent* de los ficheros de video grabados son creados. Fig. 5.2.
2. Los ficheros *torrent* son cargados en el *tracker*, que avisa a cada *e-peer* dónde acceder a la información del *e-fichero* y qué *e-peers* están actualmente conectados para compartir los recursos de descarga.
3. Al crear un *feed*, la *e-universidad* syndica fácilmente su contenido en un formato que los *e-alumnos* pueden acceder después de suscribirse al *e-feed*.
4. Cuando la *e-universidad* cambia o actualiza el contenido en el sitio web del e-learning, es automáticamente actualizado del lado de cada suscriptor (e-estudiante) del *e-learning-feed*. De esta manera, los *e-estudiantes* no pierden tiempo en búsquedas manuales de las posibles *e-clases* actualizadas y disponibles. Eso es lo que el agregador hace para los estudiantes. Los *e-estudiantes* obtienen la información con la fecha, título y resumen pertinentes.
5. El *agregador* monitorea el *feed* veinticuatro horas al día, trescientos sesenta y cinco días al año. Las descargas de los *e-alumnos* comienzan en cuanto los ficheros de las *e-clases* son hechos disponibles por parte de la *e-universidad*.

Del lado del usuario del e-learning:

1. El *e-estudiante* copia el URL del RSS feed(s) del (de los) curso(s) al (a los) que está suscrito.
2. El *e-estudiante* puede agregar o editar los *e-feeds* de acuerdo al plan de *e-learning* que tenga. Fig. 5.3.
3. Después de pegar el feed URL en el área de texto correspondiente, el proceso de suscripción es llevado a cabo.
4. Después de la confirmación de suscripción, una pantalla de confirmación dando información sobre el *e-feed* elegido aparece.
5. Los *e-feeds* pueden ser personalizados a través de las secciones de opciones.

Los *e-ficheros* son por lo tanto automáticamente descargados en cuanto sean hechos disponibles por parte de la *e-universidad* (proveedor de e-learning). Cuando la descarga es completada, las ventajas del e-learning fuera de línea son evidenciadas. Los *e-estudiantes* pueden transferir los *e-ficheros* a cualquier dispositivo, como ya se ha mostrado en la Fig. 1.

Blogs y otras opciones que actúen como herramientas de aprendizaje pueden ser agregadas al modelo propuesto para optimizar la comunicación entre los *e-estudiantes-P2P* geográficamente dispersos, para que de esta manera puedan comentar sobre su trabajo y compartir pensamientos e ideas los unos con los otros. Más al respecto será comentado en la siguiente sección.

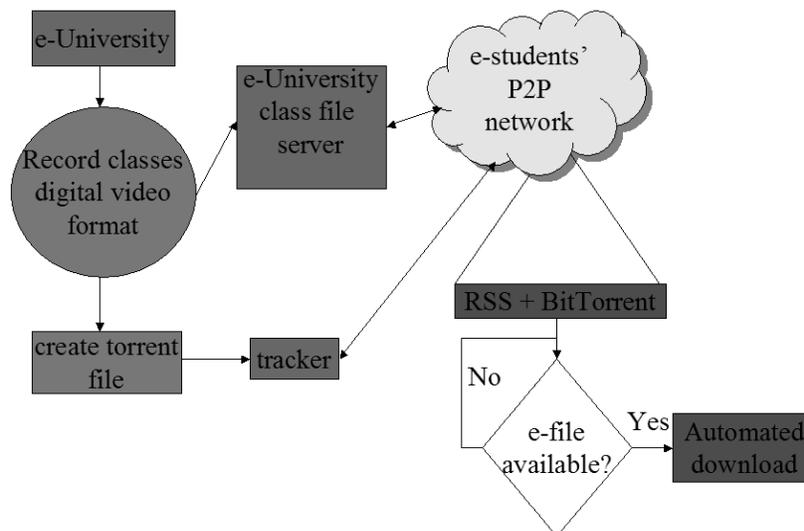


Fig. 5.1. El modelo.

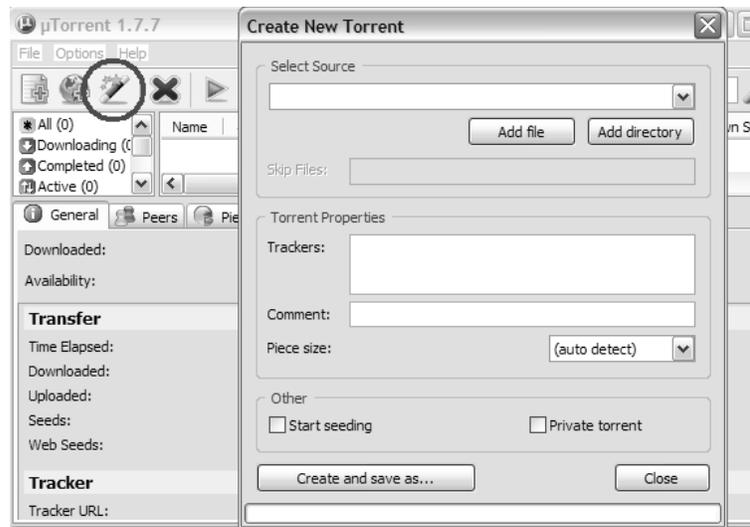


Fig. 5.2. Crear un fichero *e-torrent* nuevo.

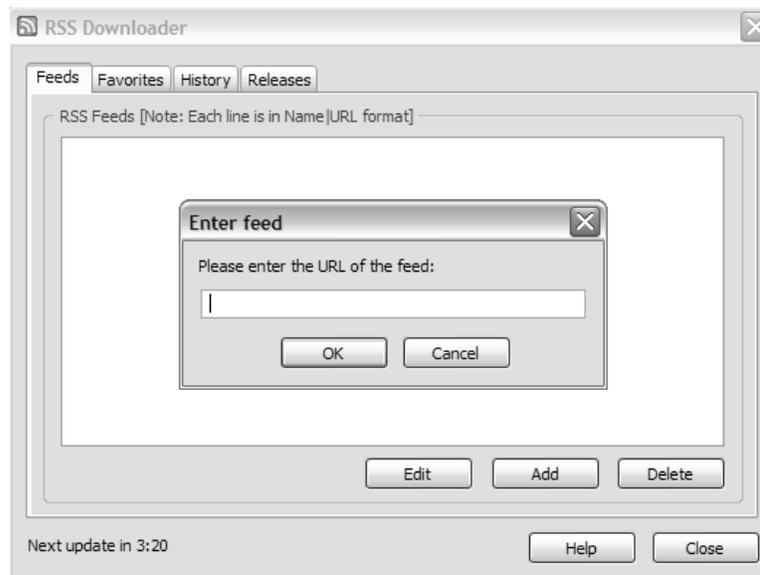


Fig. 5.3. Agregar o editar el URL del *e-learning* feed.

VI. CONSIDERACIONES ADICIONALES

Los proveedores del *e-learning* deben decidir sobre los detalles que mejor se ajusten a sus ofertas educativas específicas. Por ejemplo, existen muchos y variados formatos de video y de compresión. Las opciones elegidas deben de tomar en cuenta las necesidades y ambientes de los usuarios finales. Herramientas como tutoriales, algoritmos claros y sencillos, FAQs y cualquier otro tipo de ayuda deben de ser puestas a disposición de los *e-estudiantes* por parte de los proveedores *e-learning* en sus páginas web, de manera que todo el proceso de aprendizaje sea fácilmente comprendido no sólo por los usuarios tecnológicamente experimentados, sino también por aquéllos sin experiencia.

Los mejores escenarios para desplegar este sistema de *broadcatching e-learning* son aquéllos en que los videos de las clases grabadas juegan un papel importante en el esquema de transmisión de conocimiento. Los modelos de streaming en línea

empleados hoy en día implican una calidad de video muy degradada, así como problemas relacionados a la conexión (velocidad de la conexión, desconexiones y calidad de la imagen) y no ofrecen la posibilidad de emplear ese contenido educacional fuera de línea, en cualquier momento y en cualquier lugar.

Aún si no existen alternativas universales “unitalla” para el *e-learning*, el modelo propuesto optimiza de manera significativa la experiencia educativa al proveer una opción práctica, rentable, que ahorra tiempo y comparte recursos, a través de la cual la educación presenta una naturaleza ubicua.

La robustez de cualquier modelo e-learning depende de su naturaleza específica: mientras algunos son locales o basados en una sola institución, algunos otros tienen un alcance de múltiples áreas geográficas y ofrecen un amplio rango de herramientas interactivas y tecnologías, como juegos, simulaciones, chats de texto, medios de discusión, blogs, materiales de enseñanza basados en web y muchos otros.

VII. APUNTES FINALES & LÍNEA FUTURA DE TRABAJO

Cada ambiente de aprendizaje es diferente, pero la oferta básica del modelo *e-learning* propuesto permanece inmutable: la red de *e-estudiantes* (peers) comparte ancho de banda y recursos de una manera rentable (P2P –BitTorrent) para obtener *e-clases* con excelente calidad y resolución de imagen; los *e-estudiantes* no pierden tiempo en la búsqueda de nuevo *e-material* disponible, ya que las características de RSS automatizan este proceso; la parte fuera de línea del modelo representa una poderosa alternativa, a través de la cual los estudiantes pueden tener acceso a sus ficheros de clase en sus PCs, ordenadores portátiles, teléfonos móviles, PDAs, iPods, etc.; y finalmente, esta alternativa puede ser vista como un módulo que puede ser agregado a cualquier modelo e-learning existente para optimizarlo.

Este modelo resulta particularmente efectivo en ambientes donde el streaming en línea resulta imposible debido a limitaciones de ancho de banda (aunque las descargas pueden tardar un poco más de tiempo, una vez completadas se asegura la transmisión de conocimiento con altos niveles de calidad). Aún si EEUU, algunos países europeos y un par de países asiáticos tienen redes cada vez más rápidas, la gran mayoría de los internautas tiene conexiones de ancho de banda limitada. Por lo tanto, el empleo de streaming para proveer clases de e-learning grabadas tiene fuertes limitaciones y problemas en términos de desempeño por la necesidad del acceso en tiempo real y la calidad de las imágenes, que son muy importantes para los estudiantes que no pueden asistir a las clases físicamente.

Por estas razones, la línea futura de trabajo concierne al uso específico de este modelo en áreas donde, aún si la penetración de Internet está aumentando y el ancho de banda incrementando, las necesidades actuales de *e-learning* piden opciones de excelente calidad. La interacción Europa – América Latina será considerada, donde un híbrido online/offline de e-learning cumple con las necesidades interactivas educacionales, considerando las problemáticas temporales y espaciales, así como las diferencias de infraestructuras tecnológicas.

REFERENCIAS

- [1] <http://www.oecd.org/department/>, Directorate for Education, Research and Knowledge Management, 2007.
- [2] <http://www.alt.usg.edu/>, 2007.
- [3] Subramanian, R.; Goodman, B. (eds.): P2P Computing: The Evolution of a Disruptive Technology, Idea Group Inc, Hershey. 2005.
- [4] J.A. Pouwelse et al. “A Measurement Study of the BitTorrent Peer-toPeer File-Sharing System”. Parallel and Distributed Systems group, Delft University Technology, The Netherlands. May 15, 2004.
- [5] Bram Cohen, Incentives Build Robustness in BitTorrent, May 22, 2003.
- [6] The application/rss+xml Media Type, Network Working Group, May 22, 2006.
- [7] <http://lionshare.psu.edu/>, 2007.
- [8] <http://www.utorrent.com/>, 2007
- [9] <http://www.p2punitd.org/index.php>, 2007