

# PROYECTO DE AULA VIRTUAL PARA LA UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Andrés Marín  
David Fernández

## 1. RESUMEN

Este artículo pretende ser una guía del camino a seguir en la intención de realizar una aula virtual al interior de la **Universidad de Antioquia**. Su alcance es fundamentalmente teórico y está orientado más a ser un marco de referencia como plan de trabajo inicial, que una exhaustiva conceptualización de su implementación.

Actualmente están dadas todas las condiciones para que un proyecto como este pueda ser realizado. En su razón de ser la universidad encuentra importante la apropiación de nuevos elementos que permitan la expansión del conocimiento. Actualmente la universidad cuenta con la infraestructura necesaria para la materialización de un aula virtual, entendida como un elemento de captura de imágenes y sonido, que pueda ser proyectado en cualquier elemento conectado a la red de datos con características bidireccionales que cumpla los requerimientos mínimos expresados en el presente artículo. La elaboración de esta propuesta se sustenta en elementos de fácil acceso como equipos personales de cómputo y software de alto rendimiento. Esta incluye un sistema de captura de información, una red para el transporte de datos y unas estaciones para usuarios finales.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 Identificación del problema

Desde el inicio de los tiempos el conocimiento se ha comportado como un ente que tiende siempre a expandirse alrededor de los cuerpos que toma. Esto es independiente de la estructura o medios sobre lo que éste se ha soportado. Sólo hay un factor común a su crecimiento: la mente humana. Este es el terreno sobre el que la semilla no solo encuentra espacio de crecimiento, también lo hay para su reproducción. No obstante la Universidad es una comunión de semillas del conocimiento de diferente índole, unidas por la

voluntad de expansión, renovación y reproducción del conocimiento.

Este artículo pretende abonar el terreno que posibilitará presentar una propuesta de plan de trabajo para la implementación de un aula virtual al interior de la universidad de Antioquia.

La implementación buscará utilizar tecnología actual y hará uso de experiencias de otras universidades, del conocimiento de nuevas alternativas en la comunicación de datos, y de los recursos físicos y humanos existentes en la universidad.

### 2.1.1 Contextualización

La universidad de Antioquia ha buscado desde su fundación la descentralización de sus diferentes programas. Una de las estrategias de mayor divulgación en los últimos 20 años ha sido el programa de educación a distancia. En este programa se crearon una serie de módulos de las materias de cada plan de estudios que la universidad consideró adecuados para este tipo de enseñanza. Los módulos consistían en textos guías de estudio con pautas de autoevaluación que pretendían la total autonomía del estudiante en el aprendizaje. La práctica fue determinando la importancia de tutores que respondieran a los requerimientos de los estudiantes. Los tutores estaban los fines de semana disponibles para las preguntas e inquietudes de estudiantes de otros municipios.

Debido a los horarios de atención, y a la dificultad para la coordinación y desplazamiento de muchos de los actores del programa, el proyecto tiene dificultades. Mas aún, solo ha sido posible llevarlo a cabo con programas que no impliquen laboratorios o demostraciones técnicas.

Un paso adelante en este proceso se ha realizado con la modalidad semipresencial. Los estudiantes reciben además del material guía y bibliográfico, videocintas con las clases de los profesores, se realizan talleres de

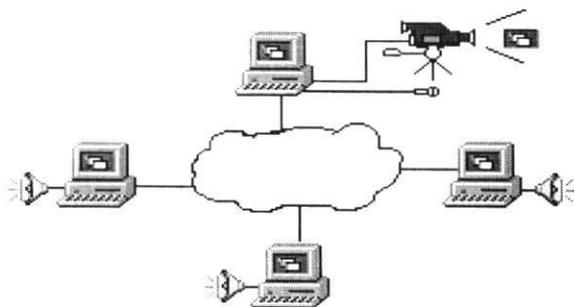
consulta y preparación para las evaluaciones y se ofrece una asesoría continua en amplios horarios. Esto ha sido todo un éxito y se ha implementado para los dos primeros años de varios programas de la universidad como alternativa de los programas presenciales corrientes. Una de las grandes ventajas está en la ayuda del video como herramienta para el aprendizaje no solo para programas de ciencias sociales sino también para programas como los de ingeniería.

Además de estos programas, uno de los objetivos de la administración actual se centra en la construcción y puesta en funcionamiento de la red institucional de datos. Actualmente se encuentra operando la primera etapa de su desarrollo y cubre los servicios de Internet para más o menos en 20% de la población universitaria. La construcción de la segunda etapa está a punto de iniciar labores y su proyección pretende dar cubrimiento a un 100% de la población universitaria incluyendo aquellos sitios que no se encuentran al interior del campus universitario. Unido a lo anterior se encuentra el hecho que el departamento de Antioquia esta modernizando los servicios de telecomunicaciones con centrales digitales que posibilitaran el contar con una red integrada de datos con cubrimiento a todo el departamento. Si unimos todos estos elementos y tomamos experiencias de otras universidades en el proceso de masificación de la educación puede verse como interesante y viable la propuesta de un aula virtual al interior de la universidad.

### 2.1.2 Aula Virtual

El Aula Virtual implica el uso de servicios informáticos para la transmisión de video y audio interactivos a través de la red con equipos de computación convencionales.

Los equipos fundamentales consistirán en un elemento de captura de información visual y auditiva conectado a un computador tipo PC para ser distribuido por la red hacia los usuarios que lo requieran, en computadores PC, o equivalentemente en aulas de clase dotadas con uno de ellos y equipos de proyección y ampliación de audio.



El usuario final tendrá una imagen del expositor, un tablero virtual sobre el cual el expositor plasmar sus ideas, una interface auditiva y las herramientas de interacción necesarias.

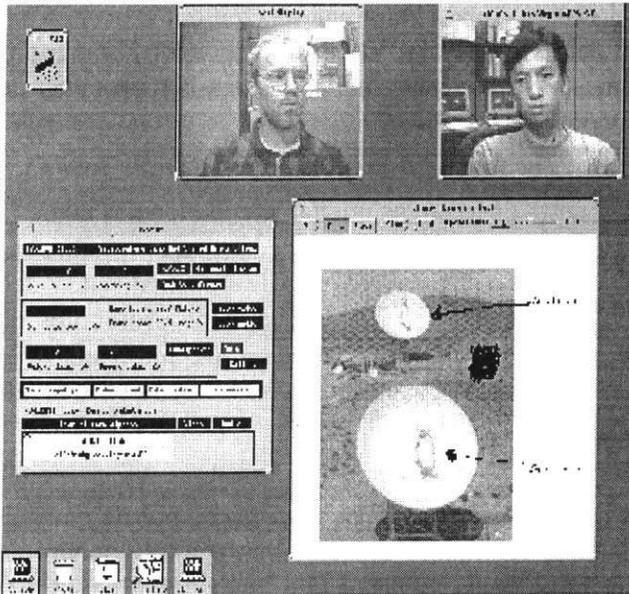
Para este proyecto se utilizarán experiencias como la obtenida por la Universidad de Virginia [1] (EE.UU.) donde se dio inicio al proyecto de transmisión de video de alta calidad mediante el uso de protocolos de transporte para redes de alta velocidad como el protocolo de transferencia expreso (Xpress Trasport Protocol) XTP[2].

Una vez desarrollado el proyecto de red de datos al interior de la universidad de Antioquia, se tendrá un ancho de banda potencial de al menos 100 Mhz sobre el cable de cobre y superior sobre la fibra óptica. Previendo el crecimiento de las comunicaciones al interior de la universidad y al exterior de la misma puede determinarse que la viabilidad del proyecto Aula Virtual es total, en lo que se refiere a la disponibilidad del cableado de la red.

Es nuestra intención analizar la experiencia de la universidad americana utilizando para ello los recursos existentes al interior de la universidad. La universidad cuenta con un campus de 1 kilómetro cuadrado aproximadamente, unido mediante fibra óptica al área de la salud en la que funcionan otras 4 facultades y mediante un enlace WAN se conecta con otro amplio campus; se podría entonces recibir una clase o conferencia en cualquier punto de la red impartida igualmente desde cualquier otro punto.

Inicialmente, se pretende la transmisión de video en la red para culminar con la integración del video con audio, no se menciona la parte de datos porque esta ya esta garantizada con la red actual. La primera etapa, transmisión de video, se hará mediante el uso de la facilidad multicast sobre XTP como está expuesto en el artículo [1].

Se pretende iniciar con la transmisión de video porque este elemento es el de mayor consumo en el ancho de banda de la red. Consecuentemente se llevará a un estado de transmisión tal que, mediante sucesivas mejoras, pueda implementarse el audio a la acción.

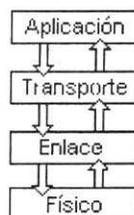


El objetivo final pretende llevar el audio y el video de un aula activa a un publico que puede estar en cualquier punto de la red tras un PC o un aula dotada con lo necesario para seguir la clase o exposición. La transmisión será de video y audio a la vez, pero se permitirá la interacción por parte del alumno inicialmente de forma textual, luego verbal y por último interactiva como diferentes fases del proyecto.

### 3. ARQUITECTURA DE RED PARA EL AULA VIRTUAL

#### 3.1 Introducción

El tipo de aplicación que se llevará a cabo es un sistema de tiempo real distribuido. Esto se debe a que los datos de video y audio no solo deben llegar bien sino con restricciones de tiempo. Para el usuario final sería de poco agrado e incluso incomprensible un mensaje en el cual existan pérdidas o retrasos del mensaje hablado o visual. Este tipo de comunicación es de naturaleza específicamente isocrónica, esto es, la velocidad con que los datos son suministrados es importante. Para su implementación es clave identificar las exigencias al



medio por el cual se hará la difusión y los elementos de interacción con los usuarios. Para dar orden expositivo de las necesidades y alternativas de desarrollo adoptaremos el esquema jerárquico de protocolos según el modelo de referencia OSI de la ISO para la interconexión de sistemas abiertos para la descripción de sistemas de red [9].

En el modelo OSI cada nivel es responsable de dar un conjunto de servicios específico a los niveles superiores e inferiores a él.

#### 3.2 Nivel de Aplicación



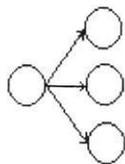
Sobre este nivel estarán las aplicaciones que van a interactuar con los usuarios y además demandarán los servicios del nivel inferior o nivel de transporte. Para determinar estas exigencias debemos analizar el consumo de recursos de red de los elementos que lo componen.

Para el video, suponemos que tenemos una fuente estándar de video compuesto en banda base y con formato NTSC. Para la transmisión de video se va a trabajar con cuadros de 640 x 480 pixeles con 8 bits para el manejo de los colores. Para el efecto de animación se requiere al menos 30 cuadros por segundo, es decir, estaríamos transmitiendo aproximadamente 74Mbits por segundo. Como se mencionó anteriormente, el medio permite un ancho de banda máxima de 100 Mhz y los 74Mbits por segundo requeridos para la transmisión de video es una exigencia alta para las características de las redes LAN actuales. Hacia un futuro se podría pensar en transmitir esta cantidad de datos directamente sobre el medio, sin embargo, pensando en utilizar FDDI, como se explicará mas adelante, se encontrará que la velocidad máxima de transferencia bruta experimental es del orden de 54 Mbits por segundo [1]. Es por esto que la señal de video y también la de audio antes de poderla transmitir por la red es necesario hacerle un procesamiento de compresión si se quiere mantener la calidad especificada y pensando también que puede ser usada la red simultáneamente para varios propósitos y diferentes sesiones (clases) simultáneas.

De igual forma para el audio, supondremos que tendremos una fuente estándar de voz monofónica en banda base. En este caso se utilizara modulación PCM, esto es muestras a 8000 Hz de 8 bits generando 64 kbits por segundo, se puede lograr una reducción el ancho de banda requerido, mediante el uso de menos bits por muestra, disminuyendo la frecuencia de muestreo y comprimiendo los datos digitalizados, por ejemplo la modulación de pulso codificado diferencial adaptativa ADPCM que codifica la diferencia entre muestras consecutivas reduciendo el numero de bits por muestras entre 2 y 5 bits, existen técnicas de codificación con menos ratas de bits como la codificación predictiva línea LPC, de uso en algunos sistemas de comunicación celular [4].

La aplicación utilizará la característica de multicast confiable que ofrece el nivel de transporte, dado que en el tipo de aplicación empleada el mismo paquete será recibido por varios clientes.

### 3.3 Nivel de Transporte



Tiene como responsabilidades: identificación de clientes, multiplexaje de múltiples usuarios del nivel de transporte y mantener sus flujos de datos separados, segmentar mensajes de longitud arbitraria en paquetes de longitud conveniente para el nivel inferior, y reensamblarlos en el receptor para obtener el nivel original, garantizar correctitud de los datos recibidos, garantizar confiabilidad.

Normalmente las aplicaciones del tipo cliente servidor en TCP/IP donde los clientes demandan la misma información de un solo servidor utilizan TCP en unicast para cada conexión, cuando se quiere garantizar la confiabilidad en el paso de mensajes. El inconveniente de este paradigma es la repetición de información a todos los clientes separadamente implicando un gran consumo de ancho de banda en una conexión multimedia como la proyectada lo cual reduce la calidad del sistema.

Las redes de área local (LAN) funcionan con mecanismos de difusión sobre un medio común por lo tanto la funcionalidad multicast esta incorporada en la mayoría de ellas. Debido a esto es importante elegir un protocolo de transporte que permita la conexión

multicast de alta velocidad como es el caso del XTP, el cual permite la conexión de un servidor a todo un grupo de clientes sin necesidad de replicar el mensaje para cada uno de ellos.

En XTP la administración del grupo multicast es controlada por el Administrador de Grupo Multicast (AGM) que es quien se encarga de la transmisión. Entre sus tareas esta el control dinámico de la admisión y rechazo de los integrantes del grupo. El administrador puede determinar el comportamiento del protocolo cuando algún miembro del grupo se integra o retira. Si se desea una comunicación extremadamente confiable puede determinarse que si algún usuario falla o se retira, el grupo es retirado de la comunicación. También puede determinarse la no ocurrencia de ninguna acción sobre el grupo si algún nuevo usuario desea vincularse o retirarse de la comunicación.

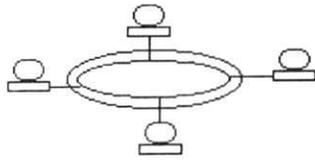
XTP reporta cuando ocurre algún cambio en el grupo bajo la comunicación multicast para que la aplicación decida las acciones a tomar.

Es importante notar que confiabilidad en la administración de grupo es independiente de la confiabilidad en al transferencia de datos en el mismo grupo.

Una vez estudiado el protocolo XTP se empleara en la aplicación debido a las características ofrecidas para comunicaciones multicast de tiempo real. [5] Características tales como la casi total configurabilidad del protocolo [2] [8]. Soporta paradigmas tales como el orientado a conexión, no orientado a conexión y el transaccional. Permite separar el control de flujo del control de velocidad. En el caso de control de flujo se ejerce un control en el espacio de almacenamiento de memoria en ambos extremos que intervienen en la conexión. En cuanto a la velocidad su control esta basado en el concepto de productor consumidor que considera tanto la velocidad de los procesadores como la congestión del medio [4].

Otra característica resaltable es la operación de multicast de forma confiable, debido a que no es una extensión del unicast sino un arreglo de conexiones unicast fiable y organizada, permitiendo que el número de comunicaciones sea totalmente independiente del paradigma de comunicación y de la política de control de flujo y errores [2].

### 3.4 Nivel de Enlace



En este nivel se garantiza que un paquete llegue de un computador a otro sin errores, también se arbitra el uso del medio de comunicación de acuerdo a alguna política o protocolo.

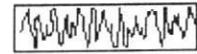
Dado que la aplicación es de tiempo real es necesario que el tiempo de transferencia de los mensajes sea acotado. Por esta razón los protocolos de colisiones, como el Ethernet, se descartan de entrada debido a que el tiempo de acceso al canal es indeterminista y depende de la carga [8]. Por eso se escogerá un protocolo de tenencia del medio temporizada. Un tiempo de acceso al canal determinista solo se puede obtener si la estrategia del servicio es del tipo limitado, se puede fijar un período de tiempo máximo de rotación del testigo como cuota superior por lo que el tiempo de rotación del testigo solo dependerá de la carga de la estación. Con el fin de aprovechar el máximo del ancho de banda de la red para el tráfico con requerimientos de tiempo mas estrictos (Primero voz segundo video) y para garantizar la equidad en el acceso a la red a todas las aplicaciones dentro de un mismo nivel de requerimientos de tiempo.

La integración del trafico se realiza por medio de un mecanismo de prioridades. Por lo tanto, se escogerá el protocolo ANSI FDDI [7] dado que maneja el paradigma de paso de testigo acotado y soporta el manejo de prioridades en los flujos de datos. Las características fundamentales que hacen al protocolo adecuado para esta aplicación son: Mecanismo de acceso determinista por paso de testigo temporizado el cual garantiza un tiempo de acceso máximo al canal si su valor es dos veces el tiempo de rotación del testigo, independientemente de la carga de la red. Posee un sistema de prioridades de tráfico sincrónico de alta prioridad y 8 niveles para tráfico asincrónico de baja prioridad. Posee elevadísima capacidad de trafico al soportar una velocidad de 100 Mbits por segundo junto con el mecanismo de acceso determinista [2]

El encapsulamiento de paquetes XTP en tramas FDDI sigue los lineamientos establecidos en el documento RFC1103 [3]. La cabecera FDDI tiene tres campos, un campo de control FC, la dirección de destino (Dest Addr) y la dirección fuente (Src Addr). El campo FC contiene

información acerca de su trama MAC. Los 8 bits de la FC son denotados por CLFF-ZZZZ el primer bit denotado por C indica la clase de servicio, un 0 indica clase asincrónica y un 1 indica clase sincrónica. La longitud de la dirección y el tipo de datos presente en la trama (Datos LLC o MAC). Los campos de dirección pueden ser de 16 o 48 bits de longitud, y representan la dirección física de los dispositivos FDDI en los computadores fuente y destino.

### 3.5 Nivel Físico



Este nivel pretende garantizar que los datos puedan ser transportados de un equipo a otro de acuerdo a la clase de medio empleado. En este caso se utilizará FDDI pero sobre alambrado de cobre, cable UTP categoría 5 o superior, aprovechando el tendido existente o bajo montaje de la universidad. Aunque la red de la institución cuenta con un tendido de fibra óptica multimodo sobre todo el campus, al interior de los edificios se utiliza cableado de cobre tipo UTP nivel 5 que permite un ancho de banda no mayor de 100 Mhz sobre distancias inferiores a 100 metros.

Se utilizará este último medio como soporte de la comunicación

## 4. PLAN DE ACTIVIDADES PARA MONTAR EL PROTOTIPO



La fase inicial del proyecto se basará en la implementación realizada en la universidad de Virginia y expuesta en el artículo [1] como fase preliminar al aula virtual.

Para esto se apropiará la información concerniente y se buscará que el trabajo pueda ser efectuado en colaboración de estudiantes de proyecto tanto a nivel de pregrado como postgrado de los programas mencionados con anterioridad. En los siguientes trabajos:

Creación de una interface de programación de aplicaciones (API) que opere bajo una implementación del protocolo de transporte XTP.

Desarrollo del software tanto del lado emisor (expositor) como del lado receptor (aulas dotadas o estaciones de recepción). Este software usara el API del punto anterior.

Seleccionar una implementación de XTP versión 4.0, instalar en las máquinas de prueba. Es muy importante mirar que el soporte multicast confiable este implementado, también el manejo de prioridades a nivel de XTP y en especial en la parte de encapsulación sobre FDDI, se debe permitir definir diferentes prioridades para los diferentes flujos de datos, voz, video y datos.

Estudio de otros mecanismos de recuperación de errores [10].

Una vez realizado lo anterior, se pasará a la complementación con el audio y la interactividad con los usuarios. De aquí se desprenden trabajos tales como:

Desarrollo del software de manejo de audio.

Sincronización entre video y audio.

Se utilizarán equipos PC estándar de arquitectura PCI dado que es necesaria alta velocidad en el bus de datos. Dentro de estos equipos es necesario contar con los siguientes dispositivos para transferir la información con la red:

- Tarjeta digitalizadora de la señal NTSC.
- Tarjeta compresora de video digital.

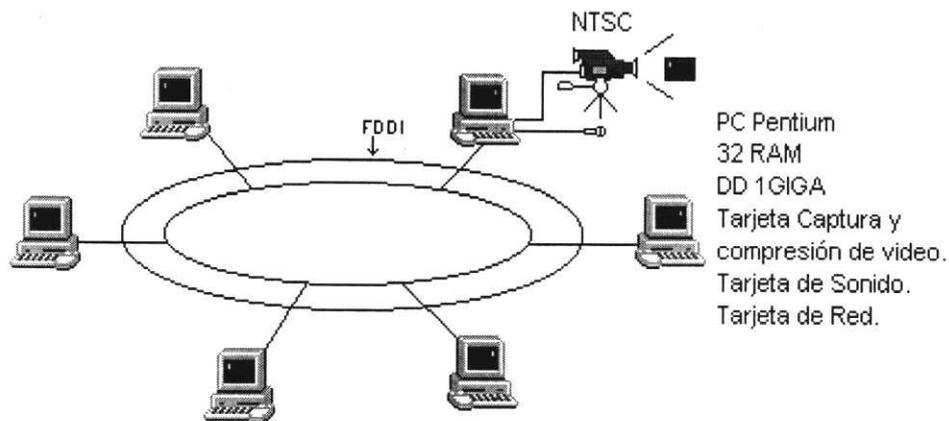
- Tarjeta digitalizadora de audio.
- Tarjeta interfaz de red.
- Implementación XTP.

El medio de exposición se circunscribirá a ordenadores personales tipo PC con arquitectura de bus PCI los cuales podrán ser ubicados en aulas para hacer uso masivo de la recepción.

Obviamente este equipo PC estará conectado a la red y hará parte del los equipos direccionados por el equipo de captura e interface de red.

## 5. CONCLUSIONES

Como se mencionó al inicio del presente artículo, solo se pretende exponer una idea coherente de la factibilidad de implementación del aula virtual al interior de la universidad de Antioquia. Es de reconocer que son muchas las actividades pendientes en el desarrollo del plan expuesto y que son necesarias para la materialización del mismo. La ejecución de tareas sucesivas y coherentes de investigación y desarrollo efectuadas en proyectos de pregrado y postgrado permitirán que el proyecto aquí propuesto sea un hecho.



## 6. REFERENCIAS

- [1] B. Dempsey, M. Lucas and A. Weaver. "Desing and Implementation of a High Quality Video Distribution System using XTP Reliable Multicast". Second International WorkShop on advanced Communications and Applications for High Speed Network, Heidelberg, Germany, September 1994.
- [2] XTP Forum. "Xpress Transport Protocol Specification. XTP Revision 4.0". 1394 Greenworth place. Santa Barbara , CA 93108. USA. March 1, 1995.
- [3] D. Katz. "A Proposet Standard for the Transmission of IP datagrams over FDDI Networks". Network Working Group. Request for Comments 1103. Merit / NSFNET june 1989.
- [4] B. Dempsey, M.Lucas, A.Weaver. "An Empirical Study of Packet Voice Distribution over a Campus Wide Network". 19th IEEE Local Computer Networks Conference, Minneapolis, Minnesota, October 1994.
- [5] W.Strayer, A.Weaver. "Is XTP Suitable for Distributed Real-Time Systems?". Computer Networks Laboratory. Department of Computer Science. University of Virginia Charlottesville, Virginia 22903 USA.
- [6] A.Weaver. "Xpress Transport Protocol Version 4". Computer Networks Laboratory. Department of Computer Science. University of Virginia Charlottesville, Virginia 22903 USA.
- [7] R. Jain "FDDI Handbook High Speed Networking Using Fiber and Other Media" Addison Wesley Publishing Company.
- [8] M. Esteve "Sistemas de Tiempo Real Distribuidos" Curso de Doctorado. Departamento de Comunicaciones. Area de Ingenieria Telematica. Universidad Politecnica de Valencia.
- [9] Internacional Organization for Standarization, "Information Processing Systems-Open Systems Interconnection-Basic Reference Model," Internacional Standart 7498, October 1984.
- [10] M. Lucas, B. Dempsey and A. Weaver. "Distributed Error Recovery for Continuos Media Data in Wide Area Multicast". Computer Networks Laboratory. Department of Computer Science. University of Virginia Charlottesville, Virginia 22903 USA.