



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas**

**APLICACIONES DE INTERNET 2, TELEINMERSIÓN**

**Sergio Reynaldo Cifuentes Pellecer**

**Asesorado por: Ing. Luís Alberto Vettorazzi España**

**Guatemala, julio de 2005**



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**APLICACIONES DE INTERNET 2, TELEINMERSIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**SERGIO REYNALDO CIFUENTES PELLECCER**

ASESORADO POR: ING. LUIS ALBERTO VETTORAZZI ESPAÑA

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS**

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Cesar Augusto Fernández Cáceres
EXAMINADOR	Ing. Jorge Armin Mazariegos Rabanales
EXAMINADORA	Inga. Claudia Liceth Rojas Morales
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**APLICACIONES DE INTERNET 2, TELEINMERSIÓN**

Tema que me fuera asignado por la Coordinación de la Carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha 13 de marzo de 2004.

**Sergio Reynaldo Cifuentes Pellecer**

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XII
OBJETIVOS	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
1 INTERNET 2	
1.1 Historia de Internet 2	1
1.1.1 Diferencia de Internet 2 al actual Internet	2
1.1.2 ¿Que es Internet 2?	3
1.1.3 El papel de las universidades en Internet 2	4
1.1.4 Organizaciones relacionadas con Internet 2	7
1.1.5 Desarrollo en Internet 2	14
1.2 Arquitectura de Internet 2	15
1.2.1 Directrices técnicas de Internet 2	17
1.2.2 Panorámica de la ingeniería	19
1.2.3 <i>Gigapops</i>	23
1.3 Requisitos funcionales	29
1.4 Campos de Internet 2	34
1.5 Situación de Internet 2 en el ambito mundial y regional	35
2 APLICACIONES DE INTERNET 2	
2.1 Tipos de aplicaciones en Internet 2	49
2.1.1 Teleinmersión	53

2.1.2	Bibliotecas digitales	54
2.1.3	Laboratorios virtuales	55
2.2	Arquitectura de aplicaciones en Internet 2	55
2.3	Uso actual de las aplicaciones de Internet 2	56
2.4	Estrategias en el desarrollo de aplicaciones de Internet 2	61
3	COMPONENTES DE TELEINMERSIÓN	
3.1	¿Qué es teleinmersión?	65
3.2	IMS	68
3.3	Laboratorios virtuales	73
3.4	Protocolo de comunicación ATM	75
3.5	Aplicaciones de teleinmersión a nivel regional	78
4	APLICACIONES DE TELEINMERSIÓN	
4.1	GeoPad	83
4.2	Casa	86
4.3	Calvin	88
4.4	Qosimoto	90
4.5	Terascope	91
4.6	Tide	93
4.7	Tandem	93
4.8	CAVERN	95
5	CONSTRUCCIÓN DE UN AMBIENTE FÍSICO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE TELEINMERSIÓN EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA USAC	
5.1	Descripción del ambiente físico de la teleinmersión	99
5.2	Requerimientos	102
5.3	Construcción de un cubículo de teleinmersión	106

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Logotipo de RAGIE	9
2	Mapa de la red Clara	13
3	Esquema general de la arquitectura de Internet 2	20
4	Conexiones entre <i>gigapops</i>	27
5	Mapa de la red Ampath	45
6	Arquitectura de aplicaciones de Internet 2	56
7	<i>Terasnap</i> generado por <i>Terascope</i>	92
8	Diagrama de experimento en Internet 2	100
9	Diagrama del cubículo de teleinmersión	109
10	Diagrama del proyector digital	109

## TABLAS

I	Crecimiento del uso de Internet a nivel mundial	36
II	Crecimiento del uso de Internet a nivel centro americano	47

## LISTA DE SIMBOLOS

<b>ARPANET</b>	Red Central de Internet
<b>QOS</b>	Calidad de servicio
<b>WWW</b>	Red mundial de comunicación
<b>3D</b>	Tercera dimensión
<b>CANET3</b>	Red canadiense de comunicación
<b>APAN</b>	Red asiática de proyectos
<b>RETINA</b>	Red Teleinformática Académica
<b>UCAID</b>	Corporación universitaria para el desarrollo avanzado de Internet
<b>TCP</b>	Protocolo de transporte
<b>IP</b>	Protocolo de Internet
<b>IPV4</b>	Protocolo de Internet versión 4
<b>IPV6</b>	Protocolo de Internet versión 6
<b>VBNS</b>	Servicio de red de alta velocidad
<b>CUDI</b>	Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet
<b>CANARIE</b>	Red canadiense para la investigación, industria y educación
<b>CENIC</b>	Corporación para la educación de iniciativas de red en California
<b>REUNA</b>	Red Universitaria Nacional de Chile
<b>RAGIE</b>	Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación
<b>CRNET</b>	Red de Costa Rica
<b>CLARA</b>	Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas
<b>BOLNET</b>	Red bolivariana de investigación
<b>RNP</b>	Red Nacional Paranaense
<b>FUNDACYT</b>	Fundación Nacional Ecuatoriana de Ciencia y Tecnología
<b>REDCYT</b>	Red panameña de ciencia y tecnología
<b>RAP</b>	Red de investigación avanzada peruana

<b>RAU</b>	Red avanzada de investigación uruguaya
<b>ALICE</b>	América Latina Interconectada con Europa
<b>GEANT</b>	Red académica paneuropea
<b>WG</b>	Grupo de trabajo
<b>DSI</b>	Infraestructura de almacenamiento distribuido
<b>API</b>	Interfase para programación de aplicación
<b>CE</b>	Entidad colectiva
<b>NANOG</b>	Grupo de operadores de la red de América del Norte
<b>ATM</b>	Modo de transferencia asíncrono
<b>PVC</b>	Circuito virtual permanente
<b>SVC</b>	Circuito virtual conmutado
<b>PPP</b>	Protocolo punto a punto
<b>NGI</b>	Internet de nueva generación
<b>TEN</b>	Red transeuropea
<b>DANTE</b>	Entrega de tecnología de red avanza a Europa
<b>REUNA</b>	Red Universitaria Nacional
<b>CONICYT</b>	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica
<b>RAN</b>	Red Avanzada Nacional
<b>AMPATH</b>	Red de las Americas
<b>GC</b>	Entrelazado global
<b>NCSA</b>	Centro nacional para las aplicaciones de súper computo
<b>DVN</b>	Red de video digital
<b>DSI</b>	Iniciativa de almacenamiento distribuido
<b>CAD</b>	Diseño asistido por computadora
<b>MOO</b>	Dominio multiusuario orientado a objetos
<b>IMS</b>	Sistema de administración instruccional
<b>RFP</b>	Petición de socios
<b>GRID</b>	Cuadrícula geográfica
<b>CSU</b>	Universidad del estado de California

<b>UNC</b>	Universidad de Carolina del Norte
<b>HTTP</b>	Protocolo de transferencia de hipertexto
<b>HTML</b>	Lenguaje de marcas de hipertexto
<b>SMDS</b>	Servicio de datos multimegabit switcheados
<b>UNI</b>	Interfase usuario red
<b>ITU</b>	Unión internacional de telecomunicaciones
<b>VP</b>	Trayectorias virtuales
<b>VC</b>	Canales virtuales
<b>VPI</b>	Identificador de trayectoria virtual
<b>VCI</b>	Identificador de canal virtual
<b>CICESE</b>	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada
<b>ITAM</b>	Instituto Tecnológico Autónomo de México
<b>UNAM</b>	Universidad Nacional Autónoma de México
<b>RIVED</b>	Red Internacional Virtual en Educación
<b>GIS</b>	Sistema de información geográfica
<b>GPS</b>	Sistema de posicionamiento global
<b>PC</b>	Computadora personal
<b>EVL</b>	Laboratorio de visualización electrónica
<b>MPI</b>	Interfaz de paso de mensajes
<b>GUI</b>	Interfaz gráfica de usuario
<b>DSTP</b>	Protocolo de transferencia de espacio de datos
<b>LV</b>	Laboratorio virtual
<b>VR</b>	Realidad virtual
<b>ADC</b>	Convertidor análogo digital
<b>DIB</b>	Mapa de bits independientes del dispositivo
<b>LCD</b>	Despliegue de cristal líquido
<b>HMD</b>	Despliegue montado en cabeza
<b>RAICES</b>	Red Nacional de Investigación y Educación de El Salvador

<b>UNITEC</b>	Universidad Tecnológica de México
<b>REACCIUN</b>	Red Académica de Centros de Investigación y Universidades Nacionales
<b>MACE</b>	Comité educativo del la arquitectura de <i>middleware</i>
<b>OC</b>	<i>Carrier</i> óptico
<b>PKI</b>	Infraestructura de clave pública
<b>NSF</b>	Fundación nacional para la ciencia
<b>SONET</b>	Red óptica síncrona
<b>IGMP</b>	Protocolo de administración del grupo de Internet
<b>RSVP</b>	Protocolo de reservación de recursos
<b>DS</b>	Señal digital
<b>UKERNA</b>	Red inglesa para la educación y la investigación
<b>FUDI</b>	Fundación para el desarrollo integral
<b>GARR</b>	Red italiana avanzada de investigación
<b>MIT</b>	Instituto tecnológico de Massachussets
<b>MIME</b>	Extensiones de correo Internet multipropósito
<b>URL</b>	Localizador uniforme de recurso
<b>ILMI</b>	Interfaz de administración local integrada
<b>OAM</b>	Módulo de amplificación óptica
<b>USB</b>	Bus de serie universal
<b>PLC</b>	Controlador lógico programable

## GLOSARIO

<b>Abilene</b>	<i>Backbone</i> con tecnología de avanzada que es el soporte para el desarrollo y expansión de las nuevas aplicaciones que se desarrollan dentro de la comunidad de Internet 2.
<b>Avatar</b>	Es la representación gráfica (mediante un dibujo o fotografía) de una persona, para su identificación.
<b><i>Backbone</i></b>	Infraestructura que constituye la base de la Internet. Nivel más alto en la jerarquía de ISPs que brindan conexión a Internet.
<b><i>Broadcast</i></b>	Servicio de la capa de transporte, que permite conexión punto a multipunto.
<b><i>Carrier</i></b>	Portador de servicios de Internet.
<b><i>Codec</i></b>	Compresor y descompresor.
<b>Conmutación</b>	Proceso de recibir y reenviar paquetes a un destinatario por la ruta más eficiente de un conjunto de rutas.
<b>Encapsular</b>	Proceso por el cual se agrega una cabecera extra a la que contiene el paquete.
<b>Enlace</b>	Es el medio por el cual se transporta información.

<b><i>Framework</i></b>	Es una estructura de soporte definida en la cual un proyecto de <i>software</i> puede ser organizado y desarrollado.
<b><i>Gigapop</i></b>	Punto de presencia con capacidad de giga bits.
<b><i>Host</i></b>	Es un ordenador directamente conectado a una red y que efectúa las funciones de un servidor, y alberga servicios.
<b>Infraestructura</b>	Denominación para la versión del protocolo IP utilizado por una o más redes de computadoras.
<b>Interfaz</b>	Conexión con un medio de transmisión por la que se envían los paquetes.
<b>ISP</b>	Compañía que provee acceso a Internet a otras compañías.
<b><i>Middleware</i></b>	<i>Software</i> de comunicaciones que reside físicamente en el cliente remoto y en un servidor de comunicaciones, localizado entre el cliente y el servidor de aplicaciones.
<b>Modularizar</b>	Dividir en módulos.
<b>Nodo</b>	Dispositivo con capacidad de procesamiento y es comúnmente denominado computadora.
<b>Paquete</b>	Unidad de transmisión de la capa de red del modelo OSI.
<b><i>Socket</i></b>	Palabra inglesa que significa zócalo (generalmente el del microprocesador).

<b><i>Streaming</i></b>	Término que describe una estrategia sobre demanda para la distribución de contenido multimediático a través del Internet.
<b>Túnel</b>	Conexión lógica sobre la cual viaja la información encapsulada.
<b>Udp</b>	Protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas.

## **RESUMEN**

El uso diario de Internet como herramienta educativa y de investigación científica se ha ido incrementando aceleradamente debido a las ventajas de poder acceder a una gigantesca base de datos, compartir información entre colegas y colaboradores para diversos proyectos, con el inconveniente de que cada vez es más grande la información a la que se debe de acceder y compartir, y los medios del Internet actual ya no son suficientes para proyectos de investigación y/o educación. Surge un nuevo proyecto con la colaboración de más de 190 universidades alrededor del mundo conocido como Internet 2, el cual tiene como objetivo principal proveer a la comunidad académica de una red entendida para la colaboración e investigación entre sus distintos miembros y con esto permitir el desarrollo de aplicaciones y protocolos que luego puedan aplicarse a la Internet de todos.

Actualmente todavía no es posible imaginar hasta donde se puede llegar con esta nueva red que es mil veces mas rápida que la red actual, pero ya existen diferentes grupos de trabajo que actualmente están desarrollando aplicaciones basadas en Internet 2, como la telemedicina, ambientes de inmersión, bibliotecas digitales, ambientes de colaboración, tele conferencia, educación a distancia y otros.

A nivel mundial se puede decir que el proyecto está bastante avanzado y ya existen conexiones a Internet 2 en las universidades más importantes a nivel mundial y en un 85% de las universidades en Estados Unidos, respecto a Guatemala el avance del proyecto es considerable respecto a otros países de Centro América y se espera que para el presente año la conexión de la red universitaria nacional a través de RAGIE sea conectada a Internet 2.

La teleinmersión permite a usuarios ubicados en sitios geográficamente distintos colaborar en tiempo real en ambientes compartidos simulados como si estuvieran presentes en la misma habitación.

La teleinmersión revolucionará la forma en que la gente se comunica actualmente, permitirá que personas al otro lado del mundo se sientan temporalmente como estando en presencia de los demás.

Dentro de las aplicaciones de teleinmersión que se están trabajando actualmente están el mapeo cerebral en tres dimensiones y tiempo real, exploraciones del sistema terrestre, telescopios astronómicos, redes virtuales de información, herramientas de monitoreo de Internet con garantía de calidad de servicio, laboratorios de visualización electrónica que trabajan sobre la cantidad de un tera byte en tiempo real, ambientes visuales asistidos por computadora, etc.

La construcción de un cubículo de teleinmersión dentro del campus universitario de la USAC no es algo inalcanzable, debido a los requerimientos de audio y video así como ancho de banda e infraestructura es bastante posible la construcción del mismo debido a que ya se cuenta con la red interuniversitaria, la construcción de dicho cubículo de tele inmersión es la base para el desarrollo de una aplicación o proyecto de Internet 2.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Describir el uso y aplicación de Internet 2 y su diferencia con el actual Internet, analizar las diferentes aplicaciones de Internet 2 a nivel mundial y su infraestructura, identificar las características de la tele inmersión y sus aplicaciones y proponer la construcción de un ambiente de tele inmersión dentro del campus de la USAC.

### **Específicos**

1. Describir la historia de Internet 2 y sus comienzos.
2. Identificar el estado actual de la infraestructura de Internet 2 a nivel mundial y nacional.
3. Establecer los requerimientos técnicos de una red de alta velocidad como lo es Internet 2.
4. Describir las características de una aplicación de Internet 2 y sus aplicaciones.
5. Definir la teleinmersión y sus aplicaciones.
6. Aportar las bases para la construcción de una aplicación de tele inmersión.

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de Internet en la última década, así como la falta de recursos en la misma ha incitado a un grupo de universidades de Estados Unidos a la creación de una nueva red de comunicaciones que permita la transferencia de altos volúmenes de datos, voz y video a una alta velocidad y con garantía de calidad de servicio, esto se conoce como la iniciativa Internet 2, a la cual ya se están integrando la mayoría de universidades a nivel mundial. Los fines del Internet 2 son meramente educativos e investigativos sin ánimo de lucro.

La Internet de hoy en día ya no es una red académica, como en sus comienzos, sino que se ha convertido en una red que involucra, en gran parte, intereses comerciales y particulares. Esto la hace inapropiada para la experimentación y el estudio de nuevas herramientas en gran escala.

Las distintas organizaciones y universidades que apoyan el Internet 2 están reunidos a través de la Corporación Universitaria para el Desarrollo Avanzado de Internet (UCAID), la cual permite la colaboración para el desarrollo de tecnología y aplicaciones avanzadas para Internet 2 las cuales son vitales para las misiones de investigación y educación de las instituciones de educación superior.

Dentro de las distintas organizaciones que están relacionadas con Internet 2, se encuentra RAGIE que es la Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación que conjuntamente con la red interuniversitaria promueve el desarrollo de Internet 2 en Guatemala.

Distintas aplicaciones son accesibles a través de Internet 2 y las posibilidades son muchas, como las bibliotecas digitales, los ambientes de colaboración, la educación a distancia, la telemedicina y otros, pero se ahondará en el estudio de la teleinmersión, la cual no es más que la combinación eficaz de sistemas de telecomunicaciones avanzados que permiten el uso de ambientes colaborativos de manera fluida y la ampliación de la tecnología de cavernas informáticas para reconocer la presencia y el movimiento de objetos e individuos dentro de ella, rastrear su presencia y movimientos y permitir su proyección en entornos de inmersión múltiple, geográficamente distribuidos, todo en tiempo real y con garantía de calidad de servicio.

Dar una descripción de cómo construir un ambiente físico de teleinmersión es un tanto difícil debido a la gran variedad de estos, básicamente se enfocara en la construcción de un cubículo sencillo de teleinmersión, el cual cuenta con lentes estereofónicos, un control de seguimiento manual con sensores electromagnéticos, una pc multimedia, dos proyectores digitales de datos, paredes interactivas sensibles al tacto, sensores de posicionamiento y de rastreo, audio tridimensional y por supuesto el factor humano.

# 1. INTERNET 2

## 1.1 Historia de Internet 2

La Internet de hoy es el fruto de proyectos de investigación y colaboración entre universidades norteamericanas por los años sesenta. Estos proyectos tuvieron un fuerte apoyo económico de empresas y entidades gubernamentales de los Estados Unidos. Así, Internet inicialmente fue una red académica orientada a la colaboración e investigación entre las distintas universidades que conformaban esta red. Con el tiempo esta red académica evolucionó hasta lo que hoy es Internet, el medio de comunicación más masivo del planeta.

La red central de Internet (en sus comienzos ARPAnet) pasó a ser NSFnet y hasta hoy es el *backbone* de Internet. Sin embargo, luego de su privatización en conjunto con la explosión de Internet se deterioró su servicio y frecuentemente se congestiona. Esto por supuesto ha tenido un impacto negativo en el quehacer para el cual Internet inicialmente fue creada, la colaboración e investigación académica.

Un proyecto similar al de los años sesenta se está llevando a cabo actualmente entre alrededor de 190 universidades a lo largo del mundo. El proyecto tiene como principal objetivo el proveer a la comunidad académica de una red entendida para la colaboración e investigación entre sus distintos miembros y con esto permitir el desarrollo de aplicaciones y protocolos que luego puedan aplicarse a la Internet de todos.

### **1.1.1 Diferencia del Internet 2 al actual Internet**

Además de que las redes que serán usadas por Internet 2 serán más rápidas, las aplicaciones desarrolladas utilizarán un completo conjunto de herramientas que no existen en la actualidad. Por ejemplo, una de estas herramientas es comúnmente conocida como la garantía calidad de servicio. Actualmente, toda información en Internet viene dada con la misma prioridad como si ésta pasara a través de toda la red de un ordenador a otro. Calidad de servicio permitirá a las aplicaciones requerir un específica cantidad de ancho de banda o prioridad para ella. Esto permitirá a dos ordenadores hacer funcionar una aplicación como la teleinmersión comunicarse a las altas velocidades necesarias para una interacción en tiempo real. Al mismo tiempo, una aplicación con unas necesidades de comunicación como la *world wide web* sólo necesita usar la velocidad de transmisión necesaria para funcionar adecuadamente.

Es importante resaltar la diferencia en velocidad que tendrá, mucho más que una rápida WWW. Se piensa que una red de 100 a 1000 veces más permitirá a las aplicaciones cambiar el modo de trabajar e interactuar con los ordenadores. Aplicaciones como la tele-inmersión y las bibliotecas digitales cambiarán el modo que tiene la gente de usar los ordenadores para aprender, comunicarse y colaborar. Quizás las más excitantes posibilidades son aquellas que todavía no se han imaginado y serán desarrolladas junto con Internet 2.

### 1.1.2 ¿Qué es Internet 2?

El uso de Internet como herramienta educativa y de investigación científica ha crecido aceleradamente debido a la ventaja que representa el poder acceder a grandes bases de datos, la capacidad de compartir información entre colegas y facilitar la coordinación de grupos de trabajo.

Internet 2 es una red de cómputo con capacidades avanzadas separada de la Internet comercial actual. Su origen se basa en el espíritu de colaboración entre las universidades de los países involucrados y su objetivo principal es desarrollar la próxima generación de aplicaciones telemáticas para facilitar las misiones de investigación y educación de las universidades, además de ayudar en la formación de personal capacitado en el uso y manejo de redes avanzadas de cómputo.

Algunas de las aplicaciones en desarrollo dentro del proyecto de Internet 2 a nivel internacional son: telemedicina, bibliotecas digitales, laboratorios virtuales, manipulación a distancia y visualización de modelos 3D; aplicaciones todas ellas que no serían posibles de desarrollar con la tecnología del Internet de hoy.

En los Estados Unidos el proyecto que lidera este desarrollo es Internet 2, en Canadá el proyecto CANet3, en Europa los proyectos TEN-155 y GEANT, y en Asia el proyecto APAN. Adicionalmente, todas estas redes están conectadas entre sí, formando una gran red avanzada de alta velocidad de alcance mundial.

En Latinoamérica, las redes académicas de México CUDI, Brasil, Argentina RETINA y Chile REUNA ya se han integrado a Internet2.

El proyecto Internet 2 es administrado por laUCAID (Corporación Universitaria para el Desarrollo Avanzado de Internet) y es un esfuerzo de colaboración para desarrollar tecnología y aplicaciones avanzadas en Internet, vitales para las misiones de investigación y educación de las instituciones de educación superior.

El *backbone* de Internet 2 (la red Abilene y la red vBNS) tiene velocidades que superan los 2 Gbps, y las conexiones de las universidades a este *backbone* varían entre 45 Mbps y 622 Mbps. La Internet de hoy en día ya no es una red académica, como en sus comienzos, sino que se ha convertido en una red que involucra, en gran parte, intereses comerciales y particulares. Esto la hace inapropiada para la experimentación y el estudio de nuevas herramientas en gran escala.

Adicionalmente, los proveedores de servicios sobre Internet sobre venden el ancho de banda que disponen, haciendo imposible garantizar un servicio mínimo en horas pico de uso de la red. Esto es crítico cuando se piensa en aplicaciones que necesiten calidad de servicio garantizada, ya que los protocolos utilizados en la Internet actual no permiten esta funcionalidad. Por otro lado, los enlaces de alta velocidad son aún demasiado costosos para poder realizar su comercialización masiva. Todo esto, entonces, nos lleva a la conclusión que Internet no es un medio apto para dar el salto tecnológico que se necesita. Este proceso se representa habitualmente con la llamada "Espiral de desarrollo de Internet".

Internet 2 no es una red que reemplazará a la Internet actual. La meta de Internet 2 es el unir a las instituciones académicas nacionales y regionales con los recursos necesarios para desarrollar nuevas tecnologías y aplicaciones, que serán las utilizadas en la futura Internet.

### **1.1.3 El papel de las Universidades en Internet 2**

Las universidades tienen una larga historia de desarrollo de redes avanzadas de investigación y de ponerlas en funcionamiento. Esta combinación de necesidades y recursos proporciona el marco perfecto para desarrollar la próxima generación de posibilidades de Internet.

Las universidades son la fuente principal de demanda tanto por las tecnologías de intercomunicación como por el talento necesario para ponerlas en práctica. Las investigaciones en las diversas áreas del conocimiento se llevan a cabo principalmente en las universidades. Las aplicaciones que actualmente se están desarrollando en Internet 2 abarcan diversas disciplinas como astronomía, medicina, educación a distancia, arquitectura, física, ciencias sociales, etc. Los educadores e investigadores requieren cada vez más de tareas de colaboración y de infraestructura de comunicaciones.

Estos son exactamente los elementos para los cuales la Internet de hoy brinda herramientas insuficientes, y que necesitan las tecnologías que Internet 2 se propone crear.

Al mismo tiempo, es en las universidades donde reside el mayor nivel de pericia en redes de computadoras y donde se encuentran usuarios especializados en las diversas disciplinas. Por último, el académico es, de los sectores con capacidad para llevar adelante este tipo de investigaciones y es el menos sensible a las presiones comerciales. Lo anterior no excluye al sector privado, ya que el mismo es un socio importante en este proyecto, y se beneficiará con las nuevas aplicaciones y tecnologías desarrolladas al integrarse como socios en este esfuerzo.

De la misma forma en que la Internet de hoy surgió de las redes académicas en las décadas de 1980 y 1990, llevando al área comercial productos como el TCP/IP, el correo electrónico y la *world wide web*, Internet 2 dejará un legado de tecnologías y aplicaciones a ser adoptadas por las redes de comunicación comerciales del futuro, como el Ipv6, el multicast y la calidad de servicio (QoS).

A través de este tipo de experiencias y estrategias de desarrollo se ha comprobado que son adecuados nuevos proyectos a partir del éxito de la Internet de hoy. Internet 2 repetirá este éxito en el nuevo milenio, beneficiando, en definitiva, a todos los sectores de la sociedad.

Internet 2 no remplazará a la actual Internet, ni es un objetivo de Internet 2 construir una nueva red. Inicialmente, Internet 2 usará las redes existentes en Estados Unidos, como la *National Science Foundation's very high speed Backbone Network Service* (vBNS). Eventualmente, Internet 2 usará otras redes de alta velocidad para conectar todos sus miembros y otras organizaciones de investigación. Parte de la misión de Internet 2 es asegurar que la tecnología del *software* y del *hardware* está basada en los estándares y es disponible para ser adoptada por otros, incluyendo a las redes comerciales dedicadas a la educación y/o investigación y los proveedores de Internet.

Internet 2 no remplazará los actuales servicios de Internet ni para los miembros, ni para otras instituciones, o para personas individuales. Las instituciones miembros se han comprometido a usar los actuales servicios de Internet para todo tipo de trabajo en red que no es relativo a Internet 2. Otras organizaciones y personas continuarán usando los actuales servicios de Internet a través de proveedores comerciales para aplicaciones como el correo electrónico, la *world wide web*, y los *newsgroups*. Internet 2 proporcionará los medios necesarios para demostrar que la ingeniería y las aplicaciones de la próxima generación de redes de ordenadores pueden ser usadas para mejorar las redes existentes.

#### **1.1.4 Organizaciones relacionadas con Internet 2**

Asegurar el objetivo de transferir la tecnología de Internet 2 a las redes generales está conseguido, y para utilizar la enorme experiencia que existe fuera de la universidad, Internet 2 está trabajando con el gobierno federal de Estados Unidos, agencias, empresas privadas y organizaciones sin ánimo de lucro que tienen experiencia en como desarrollar redes telemáticas. Estas organizaciones proporcionan a los miembros de Internet 2 recursos y experiencia en adición a lo que tienen en sus propios campus. Por otra parte, proporcionan un canal al proyecto para el tipo de consideraciones que tendrán que ser tomadas en cuenta para que la tecnología de Internet 2 pueda migrar a otras redes más generales y comerciales para uso exclusivo de investigación y educación.

Dentro de las principales organizaciones relacionadas con Internet a nivel mundial tenemos:

En México – CUDI

La Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet es una asociación civil que tiene por objeto promover y coordinar el desarrollo de redes de telecomunicaciones y cómputo, enfocadas al desarrollo científico y educativo en México.

CUDI es el organismo que representa jurídicamente los intereses de las universidades e instituciones que conforman el proyecto de Internet 2 en México. Su labor consiste en coordinar las labores encaminadas al desarrollo de la red de cómputo avanzado en el país, brindar asesoría en cuanto a las aplicaciones que utilizarán esta red y fomentar la colaboración entre sus miembros.

## En Argentina – RETINA

RETINA es la Red Teleinformática Académica. Es un proyecto de la asociación civil Ciencia Hoy, que tiene como objetivo facilitar la integración de las redes académicas ya existentes y promover el uso de las nuevas tecnologías de la comunicación por parte de investigadores, docentes y personas vinculadas al ámbito académico. Las instituciones se integran a RETINA firmando un convenio en el cual se establece entre otras cosas el carácter cooperativo de la red y su uso con fines no comerciales.

En Canada – CANARIE (*Canadian Network for the Advancement of Research, Industry and Education*)

CANARIE Inc. es la organización canadiense para el desarrollo del Internet avanzado. Fue establecida en 1993 y desde entonces ha trabajado con el gobierno, la industria y las comunidades de investigación y educación para incrementar la infraestructura de Internet de Canadá, así como el desarrollo de aplicaciones y su uso.

En California, US – CENIC (*Corporation for Education Network Initiatives in California*)

CENIC representa los intereses de la comunidad de investigadores y académicos de nivel superior en el área de California con lo que se espera conseguir una nueva generación de servicios de comunicación a través de Internet de forma robusta, y con gran capacidad.

La misión de CENIC es la de facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue y operación de un conjunto de servicios de comunicación entre campus capaces de soportar aplicaciones de educación e investigación avanzada. Fomentando así el liderazgo de California en la investigación y educación superior.

En Estados Unidos – UCAID (*University Corporation for Advanced Internet Development*)

Facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue, operación y transferencia de tecnología en aplicaciones avanzadas basadas en red así como en servicios de red que favorecerán el liderazgo de los Estados Unidos en la investigación y educación superior y acelerarán la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet son el principal objetivo de UCAID.

En Chile – REUNA (Red Universitaria Nacional de Chile)

REUNA es una unidad estratégica del sistema universitario en el ámbito de las tecnologías de información. Apoya su integración en todas las áreas del quehacer universitario, mediante la coordinación o la participación directa en iniciativas específicas que, además, ayuden a expandir el uso de dichas tecnologías en el país.

**Figura 1. Logotipo de Ragie**



Fuente: [www.ragie.com.gt](http://www.ragie.com.gt), febrero 2004

## En Guatemala – RAGIE

La Red Avanzada Guatemalteca para la Investigación y Educación es una asociación civil sin fines de lucro constituida por universidades, institutos de investigación y otras instituciones guatemaltecas dedicadas a la investigación y educación, que desarrolla proyectos para el logro de sus fines a través de redes y la explotación de las telecomunicaciones.

El objeto de la asociación consiste en promover el desarrollo de la sociedad de la información, así como la creación de redes académicas y de educación en Guatemala, las cuales a su vez podrán interconectarse con otras redes de su misma naturaleza en el extranjero.

Los fines de la asociación son los siguientes:

- a. Propiciar el intercambio de información, coincidente con los propósitos científicos, académicos, de investigación y de desarrollo de sus miembros.
- b. Promover el uso y ampliación de canales de comunicación entre las instituciones de investigación, científicas, académicas y de desarrollo en Guatemala.
- c. Administrar, operar o monitorear redes de comunicación de carácter académico o afines nacionales e interconectarlas con otras redes internacionales, sea por cualquier medio electrónico, digital o análogo.
- d. Mantener informados a sus miembros de la existencia, características y cambios tecnológicos de las diferentes redes nacionales que sean de interés para los fines de esta asociación.

- e. Establecer y mantener relaciones con otras entidades y/o asociaciones similares tanto en el país como en el extranjero para el mejor cumplimiento de sus objetivos.
- f. Prestar asistencia técnica para las diferentes redes y servicios de información; transmitir a sus asociados, así como a los demás usuarios de las redes mundiales a las cuales se encuentran interconectados, información acerca de los recursos y potenciales de la República de Guatemala.
- g. Brindar servicios de capacitación para los usuarios y para el personal técnico de las redes que opere.
- h. Facilitar la comunicación y diseminación de la información y conocimiento entre instituciones académicas, de investigación y desarrollo del país.
- i. Promocionar la industrialización y optimización de los servicios de información y telemáticos.
- j. Desarrollar los proyectos que considere necesarios, conexos o complementarios para la realización de sus fines.

En Costa Rica – CRNET

CRNet surge como proyecto pionero, impulsado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología, que contemplaba la instalación de un *backbone* para proveer conectividad entre las instituciones académicas y de investigación de Costa Rica. La iniciativa se presentó como un proyecto colaborativo entre:

- Universidad de Costa Rica.

- Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Universidad de Wisconsin-Madison.

En Latinoamérica – CLARA: Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas

Integrar una red regional de telecomunicaciones de la más avanzada tecnología para interconectar a las Redes Académicas Nacionales de América Latina, es el objetivo primordial de CLARA, asociación que integran Argentina (RETINA), Bolivia (BOLNET), Brasil (RNP), Costa Rica (CRNET), Colombia, Cuba, Chile (REUNA), Ecuador (FUNDACYT), El Salvador (RAICES), Guatemala (RAGIE), Honduras (UNITEC), México (CUDI), Nicaragua, Panamá (REDCYT), Paraguay, Perú (RAP), Uruguay (RAU), Venezuela (REACCIUN). CLARA impulsa la cooperación en actividades educativas, científicas y culturales entre los países latinoamericanos y la coordinación entre las redes académicas nacionales de América Latina con las redes académicas de otras regiones del mundo.

Esta iniciativa acelera el desarrollo de la sociedad de la información en América Latina al proporcionar una infraestructura avanzada de comunicación que permite conectar a más de 700 universidades y centros de investigación de la región, y a los investigadores y académicos latinoamericanos realizar proyectos colaborativos de investigación y educación que trasciendan las fronteras nacionales.

El establecimiento de CLARA permitirá aprovechar recursos por 10 millones de euros del proyecto ALICE (América Latina Interconectada con Europa) que la Comunidad Europea ha asignando para impulsar proyectos de conectividad en Latinoamérica. La red CLARA se conectará con un enlace trasatlántico de gran capacidad con la Red Académica Paneuropea GÉANT. El financiamiento de la red regional será complementado por fondos provistos por las redes académicas de cada país.

**Figura 2. Mapa de la red Clara**



Fuente: [www.internet2.edu](http://www.internet2.edu), febrero 2004

### 1.1.5 Desarrollo en Internet 2

Los objetivos mencionados anteriormente son llevados a cabo mediante actividades de desarrollo y prueba de nuevos protocolos y aplicaciones para Internet 2. Estos desarrollos son hechos en comités llamados grupos de trabajo (*Working Groups*, WG). Cada WG pertenece a alguna área técnica del desarrollo de Internet 2: Ingeniería, *Middleware* (interfaz *software* que provee funcionalidades rutinarias en una conexión típica Internet. Entre estas como ejemplo, se pueden mencionar las autenticaciones de usuario y aplicaciones). Cada una de estas áreas posee un director de área que es el responsable de las actividades de sus áreas respectivas. Los miembros de estos grupos de trabajo pueden ser tanto miembros de Internet 2 como empresas de apoyo externo (las empresas de apoyo económico por ejemplo). Si un miembro de Internet 2 tiene alguna idea a desarrollar entonces se debe contactar al director de área apropiada.

Los actuales grupos de trabajo por área son:

Ingeniería: Ipv6, *Measurement*, *Multicast*, *Network Management*, *Routing*, *Security*, *Topology*.

Middleware: MACE-*Architecture*, MACE-*DIR* (*Directories*), HEPKI-TAG (*PKI Technical*), HEPKI-PAG (*PKI Policy*).

Aplicaciones: *Arts and Humanities Initiative*, *Digital Imaging*, *Digital Video Initiative*, Almacenamiento de Red, *Health Science Initiative*, *Research Channel*, *Video Conferencing* (subcomité de Digital Video Initiative), *Voice over IP*.

Las dos primeras áreas tienen labores que son transparentes al usuario y que sólo sirven para ofrecer un mejor servicio a las aplicaciones de la tercera área, aplicaciones. A partir de los nombres de los grupos de trabajo del área aplicaciones se puede deducir a grandes rasgos de qué se trata. En el grupo de trabajo de almacenamiento de red, por ejemplo, se desarrolla la infraestructura de almacenamiento distribuido en Internet 2 (o, en inglés, *Internet 2 Distributed Storage Infrastructure*), abreviado I2-DSI.

## 1.2 Arquitectura de Internet 2

Muchas de las tendencias en programación y desarrollo de aplicaciones durante la pasada década contribuirán significativamente al entorno de aplicaciones de Internet 2. Entre todas estas tendencias destacan la programación orientada a objetos, la modularización de *software*, la intermediación (*brokering*) de objetos a petición y los enlaces dinámicos en tiempo de proceso. También es significativa la tendencia hacia la producción multigradual de aplicaciones con separación de datos, procesos y funciones de presentación.

Lo que diferencia, sin embargo, al mundo de Internet 2, es la posibilidad de migrar todas estas tecnologías y conceptos a un espacio completamente distribuido, bastante alejado de las ideas de la arquitectura cliente/servidor, simples y restrictivas, y a acelerar el ritmo al que estas tecnologías pueden ser llevadas a cabo.

Es demasiado pronto para saber cuál será la tecnología o la arquitectura apropiada. Pero, el proyecto Internet 2 debería explorar la distribución del *middleware* en un entorno de red de gran ancho de banda, con poco retardo y opción de calidad de servicio (*QoS*) activada.

Las prestaciones de la red no deberían verse degradadas por actividades generales, tales como consultas en directorios o autenticación vía servidores de seguridad.

Un modelo completo de arquitectura para Internet 2 evolucionará para tener en cuenta los siguientes conceptos esenciales:

Componentes: objetos, módulos y otras formas de piezas de *software* separables pero ínter operables. Aquí una noción clave es que tales piezas deben ser integrables (no integradas sino integrables).

Clases importantes de componentes: autenticación, autorización y validación de servicios; servicios de directorio, servicios de presentación, componentes de simulación y otros.

Soporte para la composición de documentos: marcos, *Web* incluida, contextos en que deben ser incluidos y los objetos intercalados, pudiendo jugar su papel ambos elementos de información, pasivos y activos.

Intermediación (*brokering*) de servicios para componentes, objetos e información sobre localización de recursos: deben existir servicios que permitan la intermediación en tiempo de acceso a componentes, objetos y recursos de información. Se incluye aquí la necesidad de enlaces en tiempo de proceso de estas piezas de software e información dentro de aplicaciones operativas integradas.

Interfaces para programación de aplicaciones: posterior desarrollo y estandarización de APIs para variadas formas de servicios y soporte de aplicaciones.

Servicios de meta datos para fuentes de información: quizás, operando a altos niveles de funciones de directorio, actuar como un componente de una aplicación y un repositorio de fuentes de información, que permitan a los desarrolladores y usuarios finales encontrar los recursos necesarios.

Capacidades de negociación de servicios de red a alto nivel: disponibilidad de servicios que permitirán a los componentes de aplicación negociar y obtener los servicios de red necesarios para satisfacer las características requeridas (por ejemplo, ancho de banda, calidad de servicio o niveles de retardo garantizados).

Rendimiento integrado, asignación de costes y utilización de métricas para las aplicaciones en toda la red: con el objeto de dar soporte a las pruebas, al rendimiento, a las medidas, a los rastreos y a otras formas de utilización de los sistemas de medida.

### **1.2.1 Directrices técnicas de Internet 2**

La consecución de un esquema común requerirá la definición de un conjunto de directrices, también común, para los proveedores de servicios de red y a los desarrolladores de aplicaciones.

- Para los operadores de red

El ancho de banda de las redes de distribución primarias debe estar en el rango de OC-12(622 Mbps) a OC-48(2500 Mbps) previéndose en breve plazo un fuerte aumento de dicho ancho de banda.

Los centros universitarios deberán empezar a corto plazo a asignar y a garantizar ancho de banda en volumen significativo a los sistemas clientes de Internet 2.

- Para los desarrolladores de aplicaciones

Los desarrolladores de aplicaciones deberían usar APIs y servicios abiertos para asegurar que, a medida que estos servicios suban de nivel, las aplicaciones se beneficien inmediatamente de esas mejoras. Así las experiencias más valiosas podrán convertirse en procesos de definición de estándares en vez de tener que esperar a que esos procesos resuelvan los problemas típicos que seguramente se producirán dentro de este área dentro del Proyecto Internet 2.

Los desarrolladores de aplicaciones deben dar por supuesto un entorno de red de ámbito estatal, en el que los datos de usuario se van a almacenar, preferentemente, fuera del sistema cliente.

Las aplicaciones serán conscientes del ancho de banda que permita la negociación dependiente de la función, por ejemplo, la negociación de algoritmos CODEC dependiendo de la red.

Las aplicaciones deberán explotar las garantías de calidad de servicio para aprovechar los beneficios que proporcionan la infraestructura y servicios de Internet2.

### 1.2.2 Panorámica de la Ingeniería

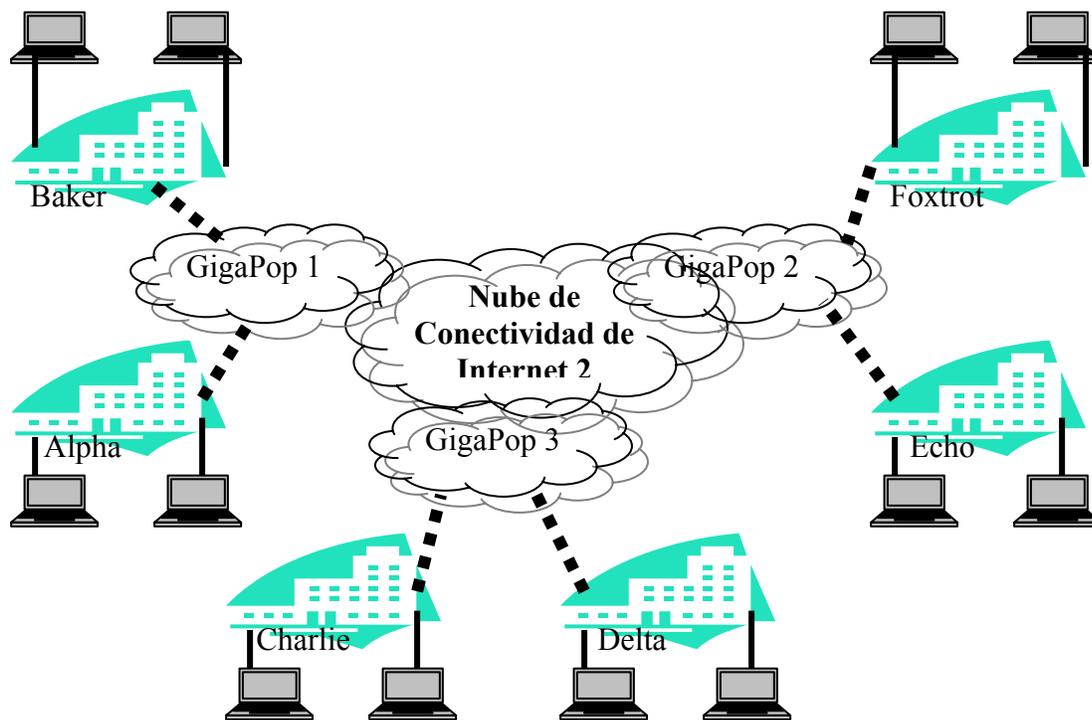
Toda la arquitectura para la infraestructura de Internet 2 se basa en unas cuantas consideraciones técnicas y prácticas. Una de ellas es la necesidad de minimizar los costes totales para las universidades participantes proporcionando el mismo circuito de conexión local de alta capacidad para el acceso, tanto a la Internet comercial como a los servicios avanzados. Además, podrán incorporarse otros proyectos y programas universitarios mediante una arquitectura flexible de interconexión regional. Por ejemplo, un servicio de red de área metropolitana podría ofrecer servicio Internet de alta capacidad a estudiantes y a residencias de las facultades, y la universidad necesitaría una interconexión de gran capacidad con ese servicio.

Para servicios avanzados de área extensa, un solo servicio de interconexión entre *gigapops* (probablemente el *vBNS* patrocinado por la NSF) sería suficiente en un principio. Un número determinado de proveedores de servicios sería capaz de ofrecer servicios avanzados a medida que las tecnologías se fueran transfiriendo al sector privado. El diseño de Internet 2 debe optimizar la capacidad de las universidades para adquirir servicios prestados por la más amplia variedad de proveedores.

En la figura siguiente se muestra la arquitectura completa de Internet 2. El nuevo elemento clave en esta arquitectura es el *gigapop* (de *gigabit capacity point of presence* o punto de presencia con capacidad de giga bits), un punto de interconexión de tecnología avanzada y alta capacidad donde los participantes de Internet 2 pueden intercambiar tráfico de servicios avanzados con otros participantes del proyecto. Las universidades de una determinada región geográfica se unirán en un *gigapop* regional para conseguir una variedad de servicios Internet.

Cada universidad (como Alpha y Baker en la figura) instalará un circuito de alta velocidad al *gigapop* que le corresponda. Los *gigapops*, por tanto, se unirán para adquirir y gestionar la conectividad entre los mismos en una organización cuya estructura y forma legal aún está por determinar, pero que provisionalmente se llama Entidad Colectiva (*Collective Entity, CE*). Potencialmente, en el *gigapop* habría un rango de servicios disponibles, limitados tan solo por las razones del mercado y por la absoluta prioridad y aislamiento de los servicios de Internet 2.

**Figura 3. Esquema general de la arquitectura de Internet 2**



Fuente: [www.internet2.edu.mx](http://www.internet2.edu.mx), febrero 2004

Para cumplir los requisitos de los desarrolladores y aplicaciones de Internet 2, debe existir soporte para servicios avanzados, tanto en los centros universitarios como en los *gigapops*. En los *gigapops* el servicio de interconexión de área extensa debe dar soporte tanto al servicio de calidad diferenciada como al transporte de alta capacidad y seguridad. Puesto que estas capacidades aún no están disponibles en los ejes principales de la Internet comercial, la Entidad Colectiva establecerá una red de interconexión de propósito especial entre *gigapops*. Se espera que inicialmente esta interconexión la provea el *vBNS* de la *NSF*. Con el tiempo, sin embargo, la conectividad *vBNS* se incrementará con otras rutas de interconexión con el fin de dar a Internet 2 un conjunto de conexiones redundantes y extensas.

El concepto de *gigapop* puede incrementar enormemente la competencia en el mercado entre los proveedores de servicios Internet y ayudar a asegurar servicios de Internet 2 rentables a largo plazo. Esta debería ser la forma más común para que las redes de usuarios finales tuviesen acceso a una gran variedad de servicios de comunicaciones, desde el transporte básico Internet hasta la replicación (*caching*) y provisión de contenidos.

Internet 2 tiene cuatro componentes técnicos principales:

- Aplicaciones que requieren servicios de nivel de Internet 2, tales como las que el Grupo de Aplicaciones ha esbozado, y el equipamiento que los usuarios finales necesitan para ejecutar esas aplicaciones.
- Redes de centros universitarios que conectan a los usuarios finales en sus laboratorios, aulas u oficinas (nubes Alpha, Baker, Charlie, etc.) con los *gigapops*.
- *Gigapops* que consolidan y gestionan el tráfico de las redes de los centros.

- Interconexiones Internet 2 a través de los *gigapops* (nube central).

A través de esos componentes actúan:

Los protocolos para especificar y proveer la conectividad, especialmente la conectividad con los parámetros específicos de calidad de servicio (QoS).

Las herramientas de gestión de red, datos y organizaciones necesarias para mantener todo en funcionamiento, y los mecanismos de asignación de costes y contabilidad necesarios para negociar distribuciones de costes razonables, eficientes y productivas entre los miembros de Internet 2.

Se espera que los operadores de algunos *gigapops* también provean conectividad adicional. Por ejemplo, podrían servir a otras redes y a usuarios finales, además de a los miembros del consorcio *gigapop* de Internet 2. Pero esto debe hacerse de tal forma que no interfiera en la nube reticular de Internet 2. En efecto, se define el *gigapop* de Internet 2 como el nodo de conexión entre los campus de los miembros de Internet 2, otros *gigapops* de Internet 2 y redes locales que sirvan a miembros locales de Internet 2, incluso aunque el operador de *gigapop* de Internet 2 también provea otros servicios a los miembros de Internet 2 o a otras organizaciones.

La mayoría de los *gigapops* surgirán de la colaboración regional, a menudo adhiriéndose a acuerdos ya existentes o a mecanismos a nivel de los Estados de la Unión, aunque algunos de ellos podrían ser suministrados comercialmente. La mayoría de las conexiones entre centros universitarios y *gigapops* se negociarán por la universidad y/o el *gigapop*; la mayoría de las conexiones entre estos se negociarán a través de los propios *gigapops* mediante la Entidad Colectiva.

El despliegue completo de las aplicaciones de Internet 2 requiere servicios de red de próxima generación sobre una base extremo a extremo. Esto implica actualizaciones muy importantes en la mayoría de las redes de los centros universitarios. Los miembros de Internet 2 son responsables respectivamente, de adaptar sus redes universitarias a los estándares de Internet 2. Aunque habrá que comentar requisitos específicos a medida que vayan surgiendo.

### ***1.2.3 Gigapops***

Desde un punto de vista lógico, un *gigapop* es un punto regional de interconexión de red que, normalmente, provee acceso a la red *intergigapop* para algunos miembros de Internet 2. Organizativamente, se espera que estos los implementen una o más universidades, aunque puede haber excepciones. Por ejemplo, la Entidad Colectiva podría encargarse de gestionar ciertos *gigapops*, las universidades podrían operar otros en su propio nombre y en el de sus instituciones vecinas, y otros podrían ser gestionados por entidades comerciales dedicadas a la investigación y/o educación sin ánimos de lucro.

No es práctico ni posible encargar a una sola entidad la operación de todos los *gigapops*. El funcionamiento de estos y la coordinación se realizará a través de una organización tipo paraguas, a la que se ha llamado simplemente Entidad Colectiva, pendiente de futuras discusiones estructurales. Un precedente para este modo de operación se dio en los principios de Internet. Lo mismo sigue ocurriendo hoy en el Grupo de Operadores de la Red de América del Norte (*NANOG*).

La Entidad Colectiva debe decidir estándares comunes para interconectar *gigapops* y para la gestión de los protocolos que se intercambiarán para dar soporte a los servicios avanzados de comunicación. Esta gestión incluirá temas tan raros como las medidas de utilización para la asignación de costes, así como datos de investigación que harán posible la caracterización del sistema en su conjunto.

Desde un punto de vista físico, un *gigapop* es un lugar seguro y ambientalmente acondicionado que alberga un conjunto de equipos de comunicaciones y *hardware* de soporte. Los circuitos terminan allí, tanto si se trata de redes de miembros de Internet 2 como de redes de área extensa para transportar datos, sean de Internet 2 o comerciales. Se da por supuesto que las redes miembro de Internet 2 no son redes de tránsito, es decir, no generan tráfico entre un *gigapop* e Internet. Los *gigapops* darán servicio a redes no de tránsito de usuarios finales a través de la apropiada gestión del encaminamiento IP (protocolos Internet). Los *gigapops* de Internet 2 no darán servicio a redes comerciales de tránsito, ni está permitido el acceso ilimitado de los datos a través de tales redes por medio de la infraestructura de encaminadores del *gigapop*. Los enlaces entre *gigapops* solamente conducirán tráfico entre centros de Internet 2.

Una función clave de un *gigapop* es el intercambio del tráfico de Internet 2 con un ancho de banda específico y otros atributos de calidad de servicio. Además, el tráfico estándar IP puede ser intercambiado por medio de proveedores de servicio Internet que tengan una terminación en el *gigapop*, eliminándose así la necesidad de tener conexiones de alta velocidad separadas entre las redes de las universidades participantes y otros puntos de intercambio de los PSIs. En algunos casos, los *gigapops* atenderán a clientes y a fines más allá de la comunicación entre desarrolladores de aplicaciones de Internet 2.

En concreto, los *gigapops* deben enlazar las redes de centros universitarios de Internet 2 con: otras redes del área metropolitana en sus propios ámbitos, por ejemplo, para suministrar educación a larga distancia; socios investigadores y otras organizaciones con las cuales dichos miembros de Internet 2 deseen comunicarse; otras redes de área extensa dedicadas de elevado rendimiento, por ejemplo aquellas que el gobierno implemente para sus propias unidades de investigación; y otros servicios de red, por ejemplo, proveedores comerciales de red principal Internet (Internet *backbone*).

Los *gigapops* funcionarán con un mínimo de plantilla *in situ*. El soporte operativo será provisto por un reducido número de centros de operaciones de red de Internet 2. De cualquier forma, no darán servicio al usuario final.

Los *gigapops* deben participar en la gestión operativa de Internet 2, recogiendo datos sobre la utilización y compartiendo entre sí y con los operadores de las redes universitarias toda la información necesaria para programar, prevenir, hacer el seguimiento, solucionar los problemas y responsabilizarse del servicio de red Internet 2.

Se prevé que cada *gigapop* podría dar servicio a entre cinco a diez miembros Internet 2. Con una distribución equilibrada esto implica la existencia de una docena de *gigapops*, pero se piensa que el número es improbable que sea tan bajo. Primero porque la geografía influirá fuertemente sobre la agrupación en *gigapops* y los miembros de Internet 2 no se distribuyen geográficamente en conjuntos de seis nodos. En segundo lugar, en muchos casos es probable que sean numerosas las iniciativas estatales o regionales que darán lugar a *gigapops* que den servicio tanto a Internet 2 como a otras necesidades. En tercer lugar, por diversas razones algunos miembros implementarán sus propios *gigapops*, incrementando aún más el número de ellos.

Una entidad que suministre conectividad a miembros de Internet 2 será considerada un *gigapop* de Internet 2 si, y solamente si, reúne las condiciones funcionales y operacionales que se especifican más adelante, y lo hace sin dar servicios de Internet 2.

- a. Condiciones funcionales de un *gigapop*
  - Uso especialmente para encaminamiento y transporte entre *gigapops*.
  - Ningún uso intencionado o accidental a usuarios o aplicaciones que no pertenezcan a Internet 2
- b. Lo mínimo que un *gigapop* debe hacer para Internet 2
- c. Las cosas que un *gigapop* no debe hacer en I2. Por ejemplo, no debe encaminar tráfico no perteneciente a Internet 2 a través de conexiones entre *gigapops* de Internet 2, ni, naturalmente, permitir otras actividades que afecten al rendimiento mínimo y así sucesivamente.

Un *gigapop* de Internet 2, cualquiera que sea su modo de financiación y estructura, debe realizar un mínimo de tareas, no debe hacer las cosas prohibidas y, por lo demás, debe funcionar tan simplemente como desee.

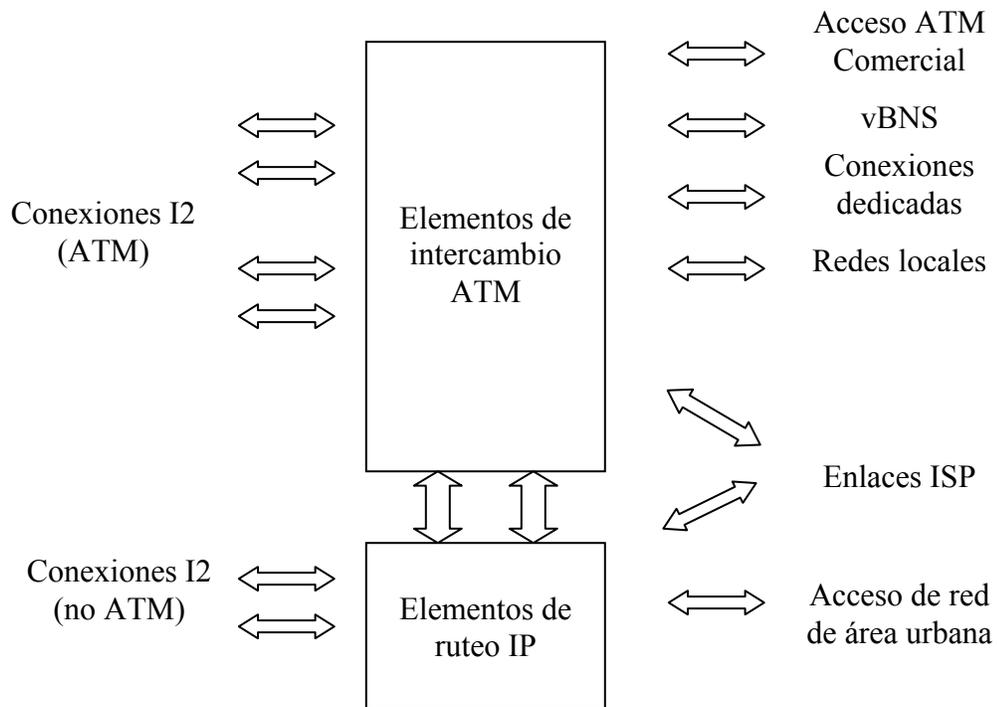
En la práctica, se espera que los *gigapops* se dividan en dos tipos principales:

Los *gigapops* de tipo I, que son relativamente simples, dan servicio solamente a miembros de Internet 2, encaminan su tráfico de Internet 2 a través de una o más conexiones con otros *gigapops* y, por consiguiente, tienen poca necesidad de encaminamiento interno complejo o de utilizar cortafuegos.

Los *gigapops* de tipo II, que son relativamente complejos, dan servicio tanto a miembros de Internet 2 como a otras redes con las cuales los miembros de Internet 2 necesitan comunicarse, tienen un variado conjunto de conexiones con otros *gigapops* y, por tanto, proveen mecanismos para encaminar el tráfico correctamente y prevenir un uso no autorizado o impropio de la conectividad de Internet 2.

Se resume todo esto de forma esquemática en la figura siguiente. Un *gigapop* de tipo I podría omitir alguna de las conexiones que aparecen en dicha figura; concretamente, las conexiones de la parte derecha del diagrama deberían limitarse a una o dos conexiones con otros *gigapops*, quizás uno o dos PSIs (Proveedores de Servicio Internet) locales de importancia con miembros de Internet 2 y quizás una con un operador (*carrier*) comercial de Internet.

**Figura 4. Conexiones entre *gigapops***



Fuente: <http://www.ati.es/novatica/1997/127/intdos.html>, febrero 2004

Se especifican estos diferentes tipos porque se cree que algunas agrupaciones de miembros supondrán situaciones complejas con alto tráfico, procedente y destinado a diversos centros situados en cualquier lugar, mientras que otras supondrán agrupaciones relativamente simples y pequeñas en las que la arquitectura será mucho más modesta. Lo que sea útil para el primer caso será destructivo para el último; lo que fuese suficiente para las últimas se colapsaría si tuviese que satisfacer las necesidades de las primeras.

Si dichos tipos son de distinto grado o si son solapables será algo que se sabrá sólo a medida que Internet 2 se vaya implementando y, más concretamente, a medida que los miembros se agrupan en *gigapops*. Dado el rápido crecimiento del número de miembros de Internet 2 y de los potenciales miembros de los consorcios *gigapop*, podría ser necesario contar con algunos nodos centrales de intercambio cuya única función sea conectar unos *gigapops* con otros. Como desde un punto de vista conceptual éstos formarán parte de la nube de interconexión de *gigapops* de la red, se consideran sólo en este contexto.

Las conexiones externas a *gigapop* del tipo elementos de conmutación *ATM* (*Asynchronous Transfer Mode*) deben ser circuitos directos *SONET* desde los conmutadores ATM del centro universitario a otros centros *gigapop*, o bien un servicio ATM pleno desde operadores comerciales. Los elementos de conmutación ATM sirven para multiplexar el nivel de ancho de banda del enlace a través de circuitos permanentes o virtuales (PVCs o SVCs). De esta forma, la conectividad de los intra e inter *gigapop* se puede optimizar y asignar un ancho de banda para pruebas o para otros requisitos especiales.

El servicio principal del *gigapop* lo suministran los elementos de encaminamiento IP. Estos pueden ser realimentados directamente desde *SONET/PPP* externos o circuitos síncronos de alta velocidad, o vía enlaces *PVC/SVC* hasta la línea ATM. Todas las decisiones sobre soporte de calidad de servicio y de encaminamiento IP las toma el equipo que realiza el reenvío de los paquetes IP y los datos sobre utilización se extraen allí. Según lo vaya permitiendo la tecnología, el equipamiento de reenvío de paquetes IP hará uso de la capa ATM para establecer *QoS* o *SVC* dinámicos con el fin de dar soporte a los diferentes requerimientos de servicio IP.

### **1.3 Requisitos funcionales**

Una función clave del *gigapop* de Internet 2 es intercambiar el tráfico de un ancho de banda específico, así como otros atributos de calidad de servicio (*QoS*) entre las redes de miembros de Internet 2 y el núcleo de la red de Internet 2. Para lograr este objetivo, un *gigapop* debe satisfacer una variedad de requisitos funcionales específicos.

#### Protocolos

Dado que el servicio común portador de Internet 2 es IP, es evidente que cualquier dispositivo de tercera capa de un *gigapop* dará soporte IP. Actualmente el estándar es *IPv4*, pero el proyecto de Internet 2 puede ayudar a todos a migrar a *IPv6*. Por ello, todos los dispositivos de capa 3 de los *gigapops* deberían soportar *IPv6* además de *IPv4* tan pronto como estén disponibles implementaciones estables.

Por supuesto, IP no es el único protocolo en el conjunto TCP/IP. Todos los protocolos de soporte habituales se supone que estarán disponibles allí donde se necesiten. Además, se espera que el *IGMP* (con soporte *multicast*), y el *RSVP* (con soporte de reserva de recursos) sean muy importantes para este proyecto y por tanto deberían estar disponibles en todos los dispositivos relevantes de los *gigapops*.

### Encaminamiento (*routing*)

Los *gigapops* son responsables de implementar cualquier política de usuario referente a Internet 2. Por ejemplo, en la medida en que se utilice *vBNS* para proveer conectividad entre los *gigapops*, éstos deben enviar a su conexión *vBNS* solamente tráfico destinado a otros centros de Internet 2. Hay que destacar que la conectividad física de un *gigapop* no implica permiso o capacidad para intercambiar tráfico con cualquier otra entidad que tenga una conexión con ese *gigapop*. Las políticas de encaminamiento de los mismos serán usadas no solamente para hacer cumplir las reglas de Internet 2, sino también los acuerdos bilaterales que controlarán el intercambio de tráfico entre los ellos.

### Velocidad

La velocidad de conexión dentro de un *gigapop* o en el intercambio con otros *gigapops* variará ampliamente, dependiendo del número y la intensidad de las aplicaciones nativas de Internet 2 que estén funcionando en sus respectivos centros universitarios. El asunto crucial para cada *gigapop* es asegurar que posee la capacidad adecuada para manejar la carga prevista de tráfico.

Los conmutadores que proporcionen la interconectividad primaria en un *gigapop* y los enlaces desde esos conmutadores a encaminadores de *gigapop* adyacentes deberán ser dimensionados de tal forma que el número de paquetes perdidos dentro del *gigapop* sea próximo a cero.

### Modos de enlace

La conectividad inicial de capa 2 con otros *gigapops* se espera que utilice PVCs ATM desde el vBNS más algunos enlaces dedicados que pueden ser PVCs o SVCs ATM, o puros enlaces SONET. Los enlaces entre encaminadores *gigapop* conectados a enlaces de una red de área extensa serán normalmente suministrados por conmutadores de alto rendimiento, normalmente mediante servicios celulares o basados en tramas (*frame-based*), dependiendo de las necesidades de cada *gigapop* específico.

### Medición del uso

Los costes de la conectividad *intergigapops* no se conocen todavía y otros costes variarán según las circunstancias y los servicios ofertados, por lo que no es posible decir mucho sobre los requisitos de contabilidad de costes. Obviamente, cualquier mecanismo de precios que se escoja debe ser técnicamente viable. Los *gigapops* deben por tanto guardar y compartir las estadísticas de uso necesarias para una razonable asignación del coste entre los miembros.

### Agrupamientos regionales

Los *gigapops* son por definición puntos de agregación, pero en algunas áreas los costes del transporte digital deben fomentar una jerarquía de uniones y puntos de intercambio dentro de una región. En tales casos, la entidad colectiva debe jugar el papel constructivo de coordinar una conectividad rentable para las instituciones afiliadas a Internet 2. Un objetivo clave para la gestión de puntos de intercambio a tan bajo nivel es mantener la coherencia en toda la infraestructura de Internet 2, tanto en lo que respecta a las prestaciones técnicas como a los procedimientos y políticas de gestión de red.

## Transferencia de tecnología

Dado que todo el proyecto de Internet 2 tiene como uno de sus objetivos la transferencia de la tecnología Internet de siguiente generación a la comunidad Internet, los *gigapops* deben jugar un papel clave en la transferencia de la tecnología a las instituciones miembro. A pesar de que los detalles variarán de un área a otra, es una oportunidad importante para los operadores de *gigapop* compartir información con otras instituciones miembro sobre el despliegue y la gestión de las redes universitarias multidifusión y con soporte multi-*QoS* que están surgiendo.

## Colaboración entre los *gigapops*

A pesar de que la conectividad multidifusión con *multi-QoS* para todos los miembros de Internet 2 es un objetivo importante y explícito del proyecto, no todos los miembros de Internet 2 se verán involucrados en todos los experimentos de aplicaciones avanzadas. En efecto, algunos de estos experimentos implicarán a instituciones a las que dará servicio un único *gigapop*. De cualquier modo, un escenario probable sería el de varios *gigapops* colaborando en la experimentación de aplicaciones específicas y otros proyectos. Por ejemplo, varios *gigapops* deberían trabajar junto a empresas privadas para facilitar conectividad avanzada para formación asíncrona a distancia desde instituciones miembros a hogares de su entorno, de igual forma que los *gigapops* podrían facilitar el intercambio de tráfico local entre la comunidad de proveedores de servicios de Internet en su región.

## Conexión

La decisión sobre qué instituciones u otros puntos de intercambio o de agregación pueden conectarse a un determinado *gigapop* le corresponde a la dirección de ese *gigapop*. La decisión sobre quién puede intercambiar tráfico en un *gigapop* dependerá de acuerdos bilaterales entre quienes se conecten así como de las reglas establecidas por ese *gigapop*. Sin embargo, sólo los miembros de Internet 2 pueden intercambiar tráfico a través de la red principal de Internet 2, que es la que enlaza entre sí a todos los *gigapops*.

## Otros servicios del *gigapop*

Es razonable imaginar que los *gigapops* deberían alojar nodos *caché* o incluso servidores de contenido para dar soporte a las actividades de los participantes. Dado que la recogida de datos sobre las operaciones de un *gigapop* es uno de los requisitos básicos, se necesitan discos de gran capacidad en los centros. El *caching* será un medio muy efectivo para reducir la demanda de enlaces de área extensa para algunos tipos de servicios. De igual modo, el contenido ubicado en el *gigapop* debería estar fácilmente disponible para los participantes de Internet 2 vecinos, así como para los enlaces de área extensa.

Como servicio opcional para algunos participantes de Internet 2, deberían estar disponibles ATM y otros niveles de enlace a través de acuerdos especiales con los operadores del *gigapop*. Se puede prever que algunos investigadores se beneficiarán de un sistema de pruebas de área extensa de este tipo. Con apropiadas medidas de seguridad, ese sistema se podría suministrar sin interferir con los servicios de producción normales de Internet 2.

## Expectativas de rendimiento

A pesar de que un objetivo clave del proyecto de Internet 2 es entender cómo se comporta una red con calidad de servicio múltiple en condiciones de congestión, el *gigapop* no debería llegar a ser un cuello de botella para acceder a los servicios de comunicaciones de área extensa. La capacidad de ancho de banda total requerida por cada participante de Internet 2 variará, pero se espera que fluctúe en el rango que va desde fracciones de *DS-3* (45 Mbps) hasta tanto como *OC-12* (622 Mbps). El diseño interno del *gigapop* debe ser capaz de gestionar el caudal de procesamiento adicional demandado por todos los participantes locales y las conexiones de área extensa. Los *gigapops* deben ser capaces de suministrar el ancho de banda adicional mientras dan servicio a un número de clientes con requerimientos especiales de calidad de servicio.

## 1.4 Campos de Internet 2

Hoy en día todavía no es posible imaginar todas las posibles aplicaciones que pueden aparecer con Internet 2. Pero éstas son algunas de las cosas en las que se está trabajando y que pueden dar una idea de por dónde va el futuro.

Telemedicina, incluyendo exploraciones y diagnósticos remotos y telemonitorización (manejo a distancia de, por ejemplo, equipos quirúrgicos).

Ambientes de inmersión (teleinmersión), en los que se utilizan nuevas formas de colaboración: se mantienen reuniones virtuales, en tres dimensiones, entre varios participantes.

Librerías digitales con audio y vídeo de alta fidelidad, e imágenes escaneadas de gran tamaño y resolución que aparecen inmediatamente en la pantalla del ordenador, así como nuevas formas de visualizar datos.

Ambientes de colaboración, donde se usan conjuntamente laboratorios virtuales, con manejo remoto de instrumentos, sesiones de grabación y reproducción automáticas, conversaciones en tiempo real con vídeo, audio, texto y realidad virtual, etc.

Creaciones artísticas con alta fidelidad, vídeo y audio con miles de canales y múltiples participantes, con interactividad para realizar conciertos e improvisaciones musicales y de baile, así como sincronización de vídeo, audio y anotaciones.

Aplicaciones con uso intensivo de datos y recursos informáticos, como las que se pueden usar para cálculos complejos necesarios en astronomía, para medir movimientos migratorios de población, en procesos meteorológicos asociados al cambio climático, etc.

## **1.5 Situación de Internet 2 en el ámbito mundial y regional**

El surgimiento de Internet es provocado por una situación contingente de tipo militar. Una red capaz de sobrevivir a la catástrofe nuclear, afortunadamente estos atroces hechos no acontecieron. Así, entonces la red militar ARPANET, comienza a ser utilizada por el mundo académico de EE.UU.

Fue tal el éxito, que surgen una serie de aplicaciones desarrolladas por las universidades norteamericanas, con el propósito de compartir información y mejorar el acceso a los grandes bancos de datos. Desafortunadamente, los dominios comerciales y publicitarios han comenzado a dominar y predominar sobre los sitios de interés cultural, por otra parte la cantidad de usuarios conectados a la red crece día a día, en 1985 existían 1960 computadores *Host* y en el 2003 esa cifra asciende a casi 700 millones de *Host*, según se ve en la siguiente tabla.

**Tabla I. Crecimiento del uso de Internet a nivel mundial**

Regiones	Población 2003 Est.	Usuarios año 2000	Usuarios, dato más reciente	Crecimiento 2000 2003	Porcentaje de Población Penetración	Porcentaje de Usuarios
África	879,855,500	4,514,400	8,073,500	78.80%	0.90%	1.20%
Asia	3,597,465,700	114,303,000	210,902,651	84.50%	5.90%	30.90%
Europa	722,509,070	103,096,493	199,527,277	93.50%	27.60%	29.20%
Medio Oriente	259,318,000	5,272,300	12,019,600	128.00%	4.60%	1.80%
Norte América	323,488,300	108,096,800	201,339,798	86.30%	62.20%	29.50%
Latinoamérica / Caribe	541,378,400	18,068,919	35,466,586	96.30%	6.60%	5.20%
Oceanía	31,528,840	7,619,500	15,090,100	98.00%	47.90%	2.20%
<b>TOTAL MUNDIAL</b>	<b>6,355,543,810</b>	<b>360,971,412</b>	<b>682,419,512</b>	<b>89.10%</b>	<b>10.70%</b>	<b>100.00%</b>

NOTAS: (1) Estadísticas fueron actualizadas en septiembre 19 del 2003. (2) Las cifras de población se basan en los datos actuales de gazetteer.de (3) Los datos mas recientes de usuarios corresponden a Nielsen-NetRatings, ITU , NICs, ISPs y diversas fuentes locales. (4) Las cifras de crecimiento se determinaron comparando el dato actual de usuarios de Internet con el dato del año 2000 de las estadísticas del ITU. (6)

Fuente: [www.exitoexportador.com](http://www.exitoexportador.com), febrero 2004

El gran ritmo de crecimiento de la red ha provocado problemas de velocidad y congestión, que han limitado el desarrollo de aplicaciones que van en directo beneficio del mundo académico y de investigación.

La saturación de la red es cada día más evidente, si se analiza su velocidad inicial, se verá que ha sido necesario aumentarla día a día.

Las autopistas de ayer se convierten en las carreteras de hoy y los caminos secundarios de mañana. Originalmente su velocidad en EE.UU. fue de 56 KBPS, lo necesario para transmitir una llamada telefónica. Al congestionarse, se subió la velocidad en 24 veces a 1,5 Mbps y al poco tiempo, fue tal la congestión que la velocidad alcanzó los 45 Mbps.

Pero, esta situación ha favorecido el nacimiento de otras iniciativas que fortalecen el desarrollo de aplicaciones como telemedicina, teleconferencia, educación a distancia, para que sean aplicadas con toda su capacidad.

Hoy, nuevamente como ayer, un factor de suma importancia en el desarrollo y éxito de Internet fue la conjunción de las universidades, el gobierno y las empresas de cómputo. Estos tres protagonistas están juntos nuevamente en un proyecto espectacular que lleva por nombre Internet 2 o simplemente I2.

Este proyecto se inicia de manera formal, cuando en octubre de 1996, se reúnen en Chicago 34 universidades estadounidenses para ponerse de acuerdo en las acciones necesarias para: Facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue, operación y transferencia tecnológica de aplicaciones avanzadas con base en la red y en los servicios de red, para promover el liderazgo de los Estados Unidos en la investigación y la educación superior y acelerar la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet.

En realidad lo que demuestra el proyecto no es la voluntad de las primeras 34 universidades, a las que ya se han sumado más de setenta para sobrepasar la centena, sino la necesidad de contar con una red de cómputo que permita llevar a cabo proyectos avanzados como el uso extendido de la educación a distancia, el mejor aprovechamiento de los laboratorios nacionales de los Estados Unidos, la telemedicina y el manejo de grandes bases de datos, típicas del trabajo de astrónomos y geofísicos.

Proyecto vBNS: Proyecto de la *National Science Foundation* (NSF), que permite acceso a recursos de alto costo como supercomputadores. Este proyecto consiste en montar una red nacional IP (Protocolo Internet) de cien puntos, unidos punto a punto con enlaces OC-3/OC-12 (velocidades de 622 Mbps (Megabit/Segundo)).

Internet de nueva generación: (NGI) *Next Generation Internet*.  
Es una iniciativa de la Casa Blanca, representa la voz gubernamental de Estados Unidos, en palabras del presidente Clinton, "Una segunda generación de Internet que permita a nuestras universidades líderes y laboratorios nacionales comunicarse con velocidades 1000 veces mayores que las actuales".

Esta red comparte objetivos como desarrollar la investigación experimental en redes y aplicaciones en línea con objetivos nacionales (salud y educación).

Todas estas iniciativas contribuyen a fortalecer Internet mediante el uso de redes de banda ancha de tipo experimental, la idea consiste en desarrollar una Internet paralela de alta velocidad que permita a los investigadores compartir recursos escasos y desarrollar nuevas aplicaciones y servicios que luego pueden ser utilizados en forma operacional en Internet.

El proyecto Internet 2, iniciado en 1996, cobra forma mediante la incorporación de desarrollos tecnológicos y aplicaciones que aprovechan la experiencia de los pasados diez años, para crear una nueva red de instituciones académicas que permita llevar a cabo programas tan ambiciosos como laboratorio virtuales, bibliotecas digitales de videos y audio, sistemas distribuidos de software educativo con imágenes y sonido.

#### Situación en Europa (Proyecto TEN-34)

A finales del año 94, la Comisión Europea decidió impulsar el establecimiento de una auténtica red paneuropea de banda ancha entre las distintas redes académicas que están funcionando dentro de la Unión Europea.

Consciente de los altos costes que puede suponer el establecimiento de la red, se decidió dar una subvención de 30 M. de euros para el proyecto que procedían de dos fuentes diferentes: la DG XIII (a través del programa Telematics) aportaba una parte y la DG 111 (programa Espirit), completaba la cantidad. Al proyecto se le denominó TEN-34 (*Transeuropean Network* a 34 Mbps.)

#### Desarrollo del proyecto:

En enero de 1995 se formó el grupo de gestión, como órgano director para la organización del proyecto.

RedIRIS al igual que el resto de las redes mundiales, estaba debidamente representada.

Se encargó a DANTE (*Delivery of Advanced Network Technology to Europe*) que a partir del estudio de viabilidad preparado en el Proyecto EuroCAIRN, redactarse la propuesta que se presentaría a la comisión. A mediados de ese año, fue entregado el proyecto, firmado inicialmente por las redes de los siguientes países: Alemania, Austria, Inglaterra, Francia, España, Luxemburgo, Grecia, Portugal, Países Nórdicos, Holanda, Suiza y Bélgica.

Paralelamente empezaron las sesiones técnicas para fijar los requisitos de la red. Al principio se decidió que fuera una red en forma de nube, es decir no un conjunto de líneas punto a punto, sino una red maldada que garantiza el *backup* alterno. Cada país tendría un acceso a 34 Mps. En ATM., hasta llegar a 155 Mbps.

Posteriormente la comisión fijó el precio máximo del acceso en cuatro veces el de una línea de 2 Mbps. Se pidieron propuestas a las diferentes agrupaciones de PNOs y finalmente apareció como la más sólida la realizada por Unisource, consorcio internacional en el que participa Telefónica. A la hora de adjudicación, no todas las PNOs pudieron ponerse de acuerdo y Francia, Italia, Alemania y el Reino Unido se separaron del consorcio. Se creó un nuevo consorcio denominado Fudi, que comprendía los PNOs de los países antes mencionados.

Dante quedaba como organizador y director del proyecto, al ser una entidad al servicio de todas las redes académicas y coordinando las dos subredes.

Avance del proyecto:

El día 4 de diciembre el proyecto fue firmado por la comisión. Previamente y tras muchas discusiones se habría llegado al siguiente acuerdo en el grupo de gestión:

La línea de 34 Mps., se valoraba (en costo) a 3 millones de euros/año, con independencia del país.

Se agrupaba la subvención en 15 meses de servicio (con posibilidad de si había más dinero prorrogar el proyecto otros 15 meses más).

Se adjudicaba el servicio a las dos agrupaciones (Unisource, Fudi), antes descritas. La subvención cubría un 40% aproximadamente del coste del proyecto. Los países firmantes debían antes realizar un acuerdo financiero para garantizar los fondos.

El proyecto se iniciaría el 1 de enero del 96 y el servicio el 1 de octubre de 1996. Los países que no pudiesen firmar el acuerdo indicado en el apartado 5 tenían hasta el 31 de marzo del 96 para incorporarse al mismo firmando los compromisos, aún cuando la subvención en este caso puede ser algo inferior al 40% del coste total.

Países participantes:

Los países que participan son los siguientes:

El Reino Unido (UKERNA)

Italia (GARR)

Alemania

Nordunet (Agrupación de los países nórdicos)

Posteriormente se incorporaron Portugal, Grecia, Suiza, Holanda y España, que están muy interesados en el proyecto, pero que aún no han definido su postura de forma definitiva.

Relación con otros proyectos:

TEN-34 se relaciona con los siguientes proyectos de la Unión Europea:

- JAMES (red experimental ATM paneuropea)

- NICE (Transmision multimedia)

Se establecieron los contactos pertinentes para realizar la cooperación entre todos los proyectos, con el fin de obtener el máximo beneficio para todos los participantes en los mismos.

### Situación actual del proyecto

El proyecto TEN-34 que interconecta en estos momentos a la mayoría de las redes de investigación de Europa y que está financiado por la Comisión Europea, finalizada en julio de 1998. Ahora es evidente que se necesita un sucesor que permita mantener, no solamente la continuidad de los servicios, sino que además se adapte a la evolución de las necesidades de los investigadores.

En abril de 1997 fue presentado el proyecto Quantum (*Quality Network Technology for User-oriented Multimedia*) como una propuesta a la convocatoria del Programa de Aplicaciones Telemáticas de la Comisión Europea.

Los objetivos principales del proyecto Quantum son la realización de pruebas y puesta en práctica, en entornos controlados de laboratorio y de red área extensa, de nuevos protocolos y desarrollos tecnológicos, validando la aplicación de calidad de servicio asegurada en entornos multimedia de tiempo real y tratando de optimizar el ancho de banda empleado.

Esta nueva red proporcionará servicios IP con accesos de 155 Mbps, con reserva de ancho de banda para IP y otros servicios, así como la posibilidad de existencia de redes privadas virtuales que puedan cubrir las necesidades de determinados grupos de usuarios o proyectos de investigación.

Actualmente este proyecto contempla las conectividades transatlánticas hasta puntos de acceso situados en los Estados Unidos desde donde se realizarán conexiones con otras redes de investigación americanas.

### REUNA 2. (Red Universitaria Nacional 2)

REUNA 2 es una iniciativa pionera en sudamérica que está implementada desde fines del mes de agosto de 1998.

En este proyecto están involucradas las universidades y la telefonía CTC que en conjunto operan una red computacional, a través de la fibra óptica.

Reuna 2 es una red de alta velocidad, que pretende no sólo entregar los actuales servicios de Internet, sino permitir la aplicación de banda ancha, orientada a mejorar el trabajo y la investigación colaborativa entre las 19 universidades sudamericanas y la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT).

Su objetivo es consolidarse como una red pionera en el ámbito académico, capaz de incorporar servicios innovadores y nuevas aplicaciones. Esta nueva red pretende ser un laboratorio de investigación de nuevos servicios, aplicaciones y protocolos; su ventaja será la rapidez, confiabilidad y rango académico. No está concebida como una red comercial, debido a esto no tendrá avisadores.

La inversión para implementar este proyecto fue de un millón de dólares, que fue financiado con el aporte de las universidades y los diferentes negocios que Reuna tiene. Como Reuna 2 nació en respuesta a Internet 2, los planes fueron ingresar a este sistema y quedar integradas a la red académica norteamericana.

#### Situación canadiense

Canadá tampoco está ajena a la realidad mundial de desarrollos de redes alternativas y así como comenzó con la red *Canadian Internet* que mantenía alrededor de 20 redes regionales (CA Net). Esta red comenzó con una velocidad de enlace de 56 Kbps en 1993, para agregar una capacidad de 100 Mbps en 1996 y 45 Mbps de enlace con Estados Unidos. Desde 1993 CANARIE, empresa encargada de realizar la actualización de las redes canadienses, ha iniciado transformaciones severas para acelerar el desarrollo de infraestructuras de redes, proporcionando los anchos de banda adecuados y asegurar la interconectividad con otras redes a nivel mundial.

El nuevo programa de red llamado CA Net II Nueva Generación de Internet de Canadá es una iniciativa diseñada para promover el desarrollo de una nueva generación de redes de trabajo en Internet, aplicaciones y servicios particulares que aseguren la calidad de los servicios. CA Net II es una iniciativa paralela a NGI de EU e Internet 2. CA Net II conectará a 13 *gigapops* con una red de tipo IP/ATM que enlazará a las universidades e instituciones de investigación, reunidas en la *Regional Advanced Networks* (RAN).

#### Situación en América Latina

Profesionales de investigación educativa americanos y colaboradores internacionales, requieren ayuda para establecer una red de investigación educativa llamada AMPATH.

El propósito es identificar universidades y centros de investigación educativos en Centro y Sur América, México, y el Caribe, el área de servicio de AMPATH, que podrán beneficiarse de una red de alta capacidad que conectará instituciones educativas y de investigación en los Estados Unidos y el mundo entero.

La red de AmericasPATH (AMPATH) es un proyecto de FIU en colaboración con *Global Crossing* (GC). Utilizando la red terrestre y de fibra óptica submarina de GC, AMPATH interconectará las redes de educación e investigación en el sur y América Central, el Caribe y México a las redes de investigación y educación de los EEUU y fuera de los EEUU vía la red Abilene de Internet 2.

**Figura 5. Mapa de la red Ampath**



Fuente: <http://www.ampath.fiu.edu/index.html>

AMPATH utiliza las redes de fibra óptica submarina y terrestre de *Global Crossing* para interconectar las redes de investigación y educación de cada país que participe a las redes de Internet 2 y el Internet de la generación siguiente (NGI) en los EEUU y otros países.

El propósito del proyecto de AMPATH es permitir que los países que participan contribuyan a la investigación y al desarrollo de las aplicaciones para el adelanto de tecnologías Internet. El proyecto de AMPATH intenta avanzar la meta del proyecto Internet 2 de animar y de permitir el desarrollo de las aplicaciones avanzadas de la red.

La misión de AMPATH es servir como el camino para el establecimiento de una red de investigación y educación en las Américas y al mundo.

Como su contribución al proyecto de AMPATH, *Global Crossing* donará a cada país que participa en el proyecto de AMPATH una conexión de capacidad DS-3 (45 Mbps) en su red por un período de tres años. El DS3 donado será utilizado para conectar las redes de investigación y educación de cada país que participe con el punto de presencia de AMPATH (POP) en Miami. El propósito primario del DS-3 (45 Mbps) donado es interconectar redes de investigación y educación de cada país que participe a las redes de investigación y educación de los EEUU y fuera del EEUU vía Internet 2.

Los organizadores de AMPATH solicitan información sobre aplicaciones que puedan ser servidas por la red de alta capacidad AMPATH. Esta solicitud se dirige a usuarios mediante membresía o por medio de colaboración con investigadores educativos en el área de servicio de AMPATH (potencialmente, el mundo entero).

El tráfico de AMPATH será agregado en Miami antes de ser dirigido a STAR TAP, centro de redes del Internet de nueva generación (NGIX) fundada por NSF en Chicago, o puede ser dirigido a Abilene, la red de Internet 2.

La información sometida mediante esta solicitud, ayudara a definir y justificar la infraestructura entre los Estados Unidos y el área de servicio de AMPATH a las agencias y corporaciones privadas, fundadoras en los Estados Unidos. El respaldo financiero para el desarrollo de aplicaciones no ha sido identificado, pero se espera que mediante nuevas colaboraciones, nuevos medios de financiamiento para el proyecto se puedan realizar en el futuro.

**Tabla II. Crecimiento del uso de Internet a nivel Centro Americano**

Regiones	Población 2003	Usuarios año 2000	Usuarios, dato más reciente	Porcentaje Tabla	Crecimi - ento 2000 2003	Porcentaje de población
Belice	257,400	15,000	22,000	1.70%	46.70%	8.50%
Costa Rica	4,148,500	250,000	384,000	29.20%	53.60%	9.30%
El Salvador	6,178,700	40,000	300,000	22.80%	650.00%	4.90%
Guatemala	14,223,400	65,000	200,000	15.20%	207.70%	1.40%
Honduras	6,606,100	40,000	200,000	15.20%	400.00%	3.00%
Nicaragua	5,777,700	50,000	90,000	6.80%	80.00%	1.60%
Panamá	2,991,000	45,000	120,000	9.10%	166.70%	4.00%
TOTAL	40,182,800	505,000	1,316,000	100.00%	160.60%	3.30%

Fuente: [www.exitoexportador.com](http://www.exitoexportador.com), febrero 2004



## **2. APLICACIONES DE INTERNET 2**

### **2.1 Tipos de aplicaciones en Internet 2**

El proyecto Internet 2. Se trata, ni más ni menos que de la posibilidad de navegar en la red a una velocidad de 622 megabits por segundo, más de 1000 veces la velocidad actual disponible. Como no podía ser de otra forma, la propuesta viene de Estados Unidos, el país donde nacieron las autopistas de la información y en cuya construcción e innovación participan los mejores investigadores de todo el mundo. Podría decirse que de manera formal el proyecto inicia cuando, en octubre de 1996, se reúnen en Chicago 34 universidades estadounidenses para ponerse de acuerdo en las acciones necesarias para facilitar y coordinar el desarrollo, despliegue, operación y transferencia tecnológica de aplicaciones avanzadas con base en la red y en los servicios de red, para promover el liderazgo la investigación y la educación superior y acelerar la disponibilidad de nuevos servicios y aplicaciones en Internet 2.

En realidad lo que denota el proyecto no es la voluntad de las primeras treinta y cuatro universidades a las que hoy se han sumado más de setenta para rebasar la centena sino la necesidad de contar con una red de cómputo que permita llevar a cabo proyectos avanzados como el uso extendido de la educación a distancia, el mejor aprovechamiento de los laboratorios nacionales de los Estados Unidos y el mundo, la telemedicina y el manejo de grandes bases de datos, típicas del trabajo de astrónomos y geofísicos. Además de las universidades y el gobierno, están participando en el proyecto organizaciones de cómputo como: Advanced Network & Services, Cisco Systems, Fore Systems, IBM, MCI, Sprint, SUN Microsystems y el Centro Nacional para las Aplicaciones de Supercómputo (NCSA), entre otras.

Las universidades participantes han comprometido un apoyo de 50 millones de dólares anuales y los socios corporativos darán entre 10 y 20 millones al año en apoyo técnico al proyecto, Además, mantienen una absoluta independencia con respecto a la propuesta denominada NGI, que persigue fines similares. Y sus objetivos son enormemente ambiciosos. En apenas tres años, se han impuesto el reto de desarrollar no sólo la infraestructura, los cables y equipos que dirigen la circulación de toda esta información, sino también las aplicaciones finales. Es decir, los programas de software que serán capaces de aprovechar toda esta fuerza bruta. Además de una mayor velocidad, se creará todo un conjunto de herramientas que hoy no existen. Se habla de cosas como telemedicina, tele-inmersión (sumergirse en ambiente compartido, donde se pueden realizar reuniones virtuales), librerías digitales de audio y vídeo, y realidad virtual en su máxima expresión. Con ellas, cambiarán las formas de aprender, comunicarse y colaborar.

La construcción de Internet 2 se sustenta en seis principios básicos surgidos del trabajo del grupo de ingeniería, los fundamentos son los siguientes:

- Comprar en vez de construir. Cuando sea posible es mejor utilizar la tecnología existente.
- Abrir en vez de cerrar. Descansar en estándares y protocolos abiertos.
- Redundancia en vez de confianza. Evitar una dependencia de largo plazo en proveedores únicos.
- Lo básico en vez de lo complejo.
- Producir (principalmente) en vez de experimentar (eventualmente). El propósito principal es proporcionar apoyo para el desarrollo de aplicaciones avanzadas, no montar un laboratorio de redes.
- Dar servicio a usuarios finales en lugar de ofrecerlo entre proveedores comerciales.
- Nuevas herramientas.

Las tecnologías importantes para Internet 2 incluyen: QoS (con la iniciativa Qbone), vídeo/audio digital *multicast* (iniciativa I2-DVN. Digital Video Network), seguridad, herramientas para colaboración, servicios de directorios, sistemas de archivos distribuidos (iniciativa I2-DSI, *Distributed Storage Initiative*), uso de instrumentación remota, sistemas de transacción, metacomputación, telefonía IP, comercio electrónico y mecanismos de búsqueda.

El centro de Internet 2 son las aplicaciones que:

- Implementan mejoras cualitativas y cuantitativas en cómo conducimos la investigación y el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Requieren de redes avanzadas para funcionar.

Los atributos principales de una aplicación de Internet 2 son:

- Requerir colaboración interactiva para investigación e instrucción.
- Permitir acceso en tiempo real a instrumentos científicos.
- Hacer uso de equipo de cómputo y proceso de bases de datos a gran escala y múltiples sitios.
- Realidad virtual compartida.

Los tipos de aplicaciones de Internet 2 tienen un amplio grado de uso, en ciencias, artes, humanidades, salud, negocios, leyes, administración, instrucción, colaboración, o si requieren de video en demanda y cómputo distribuido. Para minería de datos, o utilizando realidad virtual. Un caso típico es el de servicios de biblioteca digital.

Los principales grupos de aplicaciones de Internet 2 cuyo desarrollo y ejecución se puede prever en la actualidad, son herramientas para la educación independientemente de la distancia, la transferencia y manipulación intensivas y eficaces de imágenes, video y audio, las bibliotecas y otros acervos disponibles en forma digital a través de las redes, y el acceso y control remoto de instrumentos y sistemas de monitoreo.

Tanto la educación superior y técnica como la preuniversitaria, requieren de una creciente infraestructura para facilitar la colaboración entre docentes, alumnos, investigadores y las instituciones mismas. Internet 2 da lugar a técnicas para almacenar y transportar por la red las imágenes y los sonidos requeridos para esta colaboración de una forma crecientemente eficaz, ya que mejora la compresión y descompactación de archivos, y su distribución con controles avanzados para una pérdida controlada de información no imprescindible, distribución punto-multipunto optimizada, etc. Internet 2 permite atender a estudiantes a distancia en proyectos especializados que no pueden ser atendidos por televisión.

Es importante mencionar que la entrega de contenidos y medios educativos a través de la red con video y audio integrados, permite atender proyectos educativos de educación continua, formación de maestros, capacitación, y servicios para las escuelas, en una escala que no es atendida por la televisión, que está fuera del alcance de la red actual, y que no puede ser resuelta mediante el envío de medios físicos (discos, casetes, etc.) por las debilidades de la logística para entregarlos. Internet 2 servirá a la investigación y al desarrollo tecnológico.

### **2.1.1 Teleinmersión**

Permite a usuarios en sitios geográficamente distantes colaborar en tiempo real en ambientes compartidos simulados como si estuvieran presentes en la misma habitación.

Es la más completa síntesis de tecnologías mediáticas como reconstrucción de ambientes tridimensionales, tecnologías de proyección, despliegue y seguimiento y audio robótica con redes poderosas.

Los requerimientos de redes para sistemas de teleinmersión, como gran ancho de banda, baja latencia y poca variación de ésta, la hacen una de las aplicaciones de redes mas complejas, convirtiéndola en la principal aplicación a investigar por la comunidad de Internet 2. Las aplicaciones potenciales de teleinmersión pueden alterar de manera significativa los paradigmas en educación, ciencia y manufactura. Mostrarán su fuerza en los sistemas donde, acoplar objetos tridimensionales reconstruidos con objetos tridimensionales virtuales es vital para lograr con éxito ciertas tareas, algunas de las cuales no serían posibles sin tal combinación de información sensorial por ejemplo: CAD colaborativo y las aplicaciones médicas.

### **2.1.2 Bibliotecas digitales**

No sólo son copias digitales de algunos libros y revistas, sino acervos que incluyen también video, sonido, mapas, etc., accesibles desde lugares distantes a través de la red, e integrados por los acervos de varias instituciones que colaboran entre sí. Internet 2 es estratégico para el avance de las bibliotecas digitales, ya que más allá de los prototipos actuales, la anchura de banda de telecomunicaciones, la reservación de canales, etc., son imprescindibles para alcanzar sus etapas avanzadas.

Investigaciones recientes han mostrado todo lo que se puede hacer con el Internet existente para el desarrollo de sistemas de biblioteca digital. Aunque los sistemas actuales sufren de bajo rendimiento debido a problemas de la Internet, no se necesita un mayor ancho de banda, sólo que la red funcione bien, pero los problemas difíciles no tienen mucho que ver con la red (propiedad intelectual, modelos económicos viables). Pero los nuevos servicios y capacidades de Internet 2 ofrecen oportunidades para mover a las bibliotecas digitales a nuevas áreas como datos, imágenes, vídeo y audio digitales, así como a los problemas de organizar y dar acceso a estos materiales no textuales.

### **2.1.3 Laboratorios virtuales**

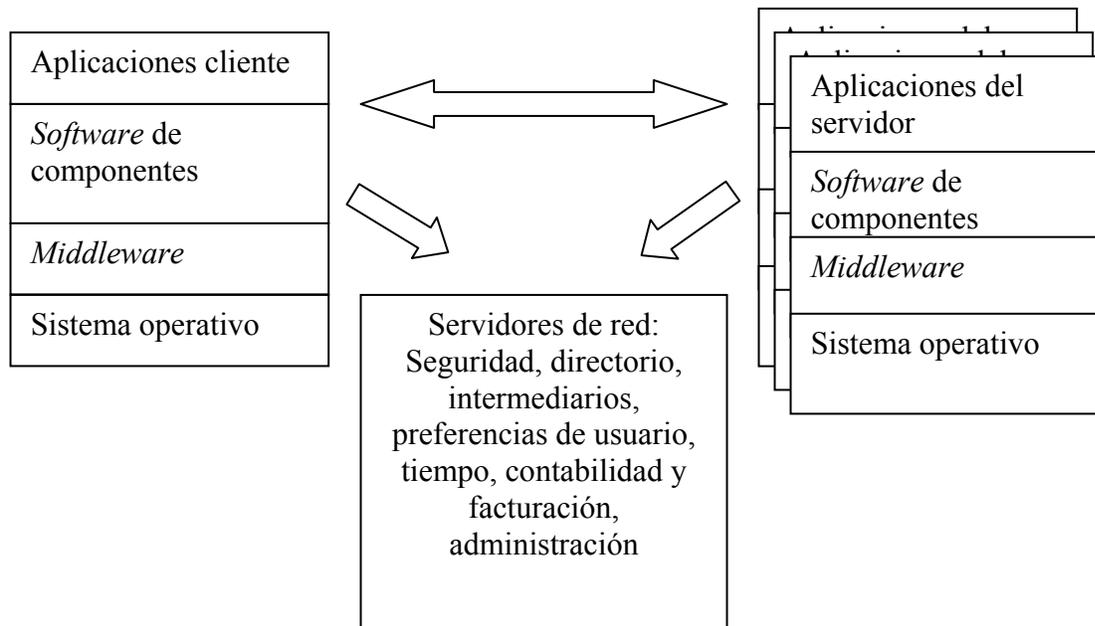
Un laboratorio virtual es un ambiente distribuido y heterogéneo para solución de problemas, que permite a un grupo de investigadores, localizados alrededor del mundo, trabajar juntos en proyecto común. Como en cualquier otro laboratorio, las herramientas y técnicas dependen del dominio específico de la investigación. Sin embargo, los requerimientos de infraestructura básica son comunes a través de las distintas disciplinas. Aunque relacionado con teleinmersión, un laboratorio virtual es posible sin tener un ambiente inmersivo compartido. Laboratorios virtuales han sido propuestos en disciplinas como biología computacional, radio-astronomía, diseño de fármacos y ciencia de materiales.

## **2.2 Arquitectura de las aplicaciones de Internet 2**

Una arquitectura adecuada para las aplicaciones de Internet 2 debe seguir el modelo representado en la figura siguiente, en el que el lado del cliente se apoya en las tecnologías de componentes detrás de los servicios de *middleware*, usando la funcionalidad de los sistemas operativos, se comunican a través de la red con las aplicaciones y servicios de red.

El dibujo del lado del servidor implica un modelo de  $n$  grados en el que múltiples servidores pueden ser adjudicados a una sola aplicación.

**Figura 6. Arquitectura de aplicaciones de Internet 2**



Fuente: <http://www.ati.es/novatica/1997/127/intdos.html>, febrero 2004

### 2.3 Uso actual de las aplicaciones de Internet 2

En un anexo entregado junto a su discurso del 10 de octubre de 1996, en el que se anunciaba la Iniciativa Clinton-Gore sobre la Nueva Generación de Internet (NGI), el Presidente Clinton incluía el siguiente objetivo clave:

"Hacer realidad nuevas aplicaciones que logren importantes metas nacionales y de negocios: redes de mayor velocidad y más avanzadas que permitan una nueva generación de aplicaciones que sirvan de soporte a la investigación científica, la seguridad nacional, la educación a distancia, el control del medio ambiente y el cuidado de la salud".

Pocos días antes, el primero de octubre de 1996, un grupo considerable de universidades había creado el proyecto Internet 2 con el propósito de hacer posible una nueva generación de aplicaciones de red que diera soporte a la investigación científica, la educación a distancia, la vigilancia ambiental, la sanidad y las bibliotecas digitales, una vez más, los líderes académicos y políticos de la nación Estado-Unidense habían unido sus fuerzas para el bien común a fin de avanzar en los aspectos sociales y económicos.

De hecho, sólo han pasado unos pocos años desde que una modesta inversión en *NSFNet* impulsara una mayor inversión en infraestructura de red para los centros universitarios. Estas inversiones, llevadas a cabo por los niveles más avanzados del sistema educativo junto a socios federales, estatales y empresariales, se diseñaron para fortalecer la infraestructura nacional de investigación, pero pronto se convirtieron en un amplio abanico de inesperadas y útiles aplicaciones para toda la comunidad académica. El resultado fue la primera Internet de propósito general. Inmediatamente, ésta se transformó en un conjunto integrado de recursos y servicios interconectados basados en patrones abiertos y estándares de facto y ofertados por un grupo de competitivos proveedores en un entorno comercial con las características típicas de los mercados de bienes de consumo. La *world wide web (WWW, web)*, con sus correspondientes navegadores, desarrollados también por las comunidades académicas y científicas, catapultaron a Internet hasta su actual estado de fenómeno revolucionario, tanto en la vertiente social como en la económica.

Las aplicaciones más populares hoy en Internet siguieron los pasos de la investigación y el desarrollo de vanguardia de la tecnología de redes. Hoy el contexto es bastante diferente. Las aplicaciones en entorno de red capturan progresivamente el capital intelectual de la nación constituyéndose en motor para el desarrollo económico.

Pero la provisión de ancho de banda y de tecnología avanzada de redes está retrasando el desarrollo de aplicaciones, ya que éstas van requiriendo cada vez más prestaciones de ellas.

El correo con normas MIME y los servidores/navegadores *web* se han desarrollado en paralelo a sofisticadas herramientas para el desarrollo de aplicaciones multimedia autónomas. Y junto a estos desarrollos han aparecido expectativas para distribuir a través de la red flujos de audio y video. *MUDD (Multi-User Dungeons & Dragons)* síncronos, *MOO (Multi-User Domain Oriented Object)*, charlas (*chat*) y tecnologías multidifusión (*multicast*), así como las cada vez más sofisticadas herramientas asíncronas para la trabajo en grupo (*workflow*), han levantado expectativas sobre el uso de la red para programas de trabajo en grupo basados en compartir aplicaciones, teleconferencia desde el ordenador de sobremesa con vídeo incorporado u otras tecnologías de la comunicación en tiempo real. La posibilidad de que puedan distribuirse datos con garantías de calidad de servicio, junto a la transmisión a grandes distancias de imágenes de alta resolución, puede hacer posible que los profesionales de la medicina traten remota, interactiva y directamente al paciente. Los resultados de búsquedas en bases de datos en línea pueden ser facilitados casi inmediatamente al médico que necesita comparar imágenes mientras hace un diagnóstico. Por lo tanto, las expectativas al día de hoy incluyen el acceso a bases de datos más grandes, generales y distribuidas y a instrumentos conectados a la red con posibilidad de análisis distribuido de sus flujos de datos, incluso de forma interactiva. Al reducir las barreras a los límites en la capacidad de proceso y ancho de banda, los análisis llevados a cabo de forma autónoma podrían hacerse ahora de forma interactiva con Internet 2.

Los investigadores de sistemas de información geográficos, por ejemplo, podrían correlacionar interactivamente datos de bases de datos distribuidas sobre ciencias sociales y físicas. Estos servicios avanzados son aplicables incluso a los análisis de textos. Por ejemplo, los investigadores podrían llevar a cabo de forma interactiva análisis iterativos relevantes sobre el contenido de bibliotecas digitales almacenadas en grandes bases de datos distribuidas por múltiples lugares. La promesa de nuevas aplicaciones para enseñanza distribuida, investigación colaborativa y nuevas e impactantes formas de publicación y difusión es muy atractiva. En el potencial de estas aplicaciones, las universidades participantes en el proyecto de Internet 2 han entrevisto el futuro de la educación superior y están determinadas a adueñarse de ese futuro por el bien común de todo el sistema educativo.

Las instituciones miembro de Internet 2 se han comprometido a hacer substanciales inversiones en infraestructuras institucionales e interinstitucionales a fin de desarrollar y facilitar aplicaciones de vanguardia para la educación, la investigación y al servicio público en el marco de la tecnología de la nueva generación de redes. Estas mismas instituciones se han dado cuenta, sin embargo, de que la promesa de tales inversiones no podrá cumplirse en su totalidad hasta que los servicios avanzados de red que caracterizan a Internet 2 se extiendan a todos los ámbitos, desde la educación superior a la escuela pública, pasando por los centros de trabajo y especialmente por los hogares. Sólo entonces podrán las limitadas paredes de las aulas, bibliotecas y laboratorios quedar superadas para proporcionar, por ejemplo, formación distribuida desde un centro de aprendizaje, es decir, para lograr el currículo virtual. Esta es una de las razones claves por las que Internet 2 se compromete a realizar una transferencia bidireccional de tecnología entre las instituciones participantes y otras muchas organizaciones, tanto comerciales como sin ánimo de lucro, que están influenciando el futuro de Internet.

Las especificaciones técnicas de Internet 2 persiguen servicios de red que incorporen la demanda de crecimiento de ancho de banda mediante la reserva de servicios del mismo, garanticen la calidad de servicio e incorporen funcionalidades avanzadas (por ejemplo, integración de voz, vídeo, telemetría y servicios de datos). Un punto específico en el diseño de Internet 2, es sobre todo, la previsión de expansión dinámica de la capacidad y funcionalidad a fin de satisfacer la futura demanda. La red y sus servicios deben ser diseñados de tal forma que no impidan o constriñan el desarrollo de aplicaciones. La red debe ser capaz de responder a las exigencias de las nuevas aplicaciones, incluso de aquellas en las que no se había pensado previamente o que existen en la actualidad sólo bajo ciertas formas más específicas (o a través de arreglos especiales). La breve historia de Internet está repleta de agradables sorpresas que deberían entrar a formar parte del diseño de Internet 2. Todas las aplicaciones deberían ser creativas, claro que estas aplicaciones, en todo o en parte, no pueden ser llevadas a cabo hoy día a través de las conexiones Internet existentes entre las instituciones participantes, ya que a menudo requieren también servicios institucionales a nivel Intranet no siempre disponibles.

Muchos de estos ejemplos requerirán además estaciones de trabajo y funcionalidades en los sistemas operativos no fácilmente alcanzables. La arquitectura de aplicaciones debe, por lo tanto, evolucionar y deben promoverse servicios complementarios así como estrategias de desarrollo y metodologías para acomodar la demanda de aplicaciones que la iniciativa Internet 2 está alimentando.

## 2.4 Estrategias en el desarrollo de aplicaciones de Internet 2

Una estrategia clave es la dedicación a aplicaciones que o bien requieran, o bien se verían mejoradas substancialmente, por los servicios avanzados previstos en las conversaciones mantenidas con el Grupo de Ingeniería de Internet 2. Esto incluye la reserva de protocolos para el ancho de banda y garantías de calidad de servicio (QoS) que mitiguen el retardo en las aplicaciones sensibles al tiempo. Esos protocolos y garantías, por ejemplo, deberían permitir a servidores y peticionarios de flujos de vídeo resultados por encima de las capacidades actuales y hacerlos capaces de mayores prestaciones para alcanzar el objetivo de un nuevo WWW para la educación, el entretenimiento y los negocios. De la misma forma, la incorporación de videoclips al *software* educativo distribuido por red, ayudaría al cumplimiento del objetivo de una educación distribuida.

Un ejemplo cercano es el *Instructional Management System (IMS)*, que está siendo desarrollado bajo la tutela de la *EDUCOM National Learning Infrastructure Initiative* como un estándar para dar soporte al *software* educativo distribuido por red y a la gestión del proceso distribuido de educación. El IMS podría mejorarse con la incorporación de aplicaciones síncronas que compartieran tanto vídeo como teleconferencia, mediante los servicios avanzados de Internet 2. De la misma forma, los investigadores agradecerían la posibilidad de evitar las restricciones de retardo y limitación del ancho de banda en sus experimentos con datos remotos, así como la posibilidad de obtener sus análisis matemáticos expresados en sus pantallas mediante una visualización inmediata.

Entre las aplicaciones que están hoy más allá del campo de investigación del Internet actual, está la teleinmersión y diversos proyectos de laboratorio virtual. Un interesante ejemplo de proyecto de laboratorio virtual podría enfocarse hacia el desarrollo de un nanomanipulador, interfaz natural de realidad virtual conectada en red a microscopios de barrido, incluyendo microscopios de efecto túnel y microscopios de fuerzas atómicas. La teleinmersión podría ir más lejos al permitir a sus participantes compartir un común entorno virtual realista que les permitiera además la comunicación humana de forma natural dentro de un entorno virtual y la interacción dentro de una aplicación común.

Una segunda estrategia clave es identificar las aplicaciones que tienen más probabilidades de proliferar en un entorno rico en herramientas de desarrollo. Si bien muy probablemente esas herramientas serán descubiertas en el propio contexto de desarrollos específicos, será importante reconocer explícitamente la necesidad de unas herramientas específicas de desarrollo de aplicaciones para de Internet 2. Los servidores web y los navegadores son ejemplos de herramientas que han permitido el desarrollo de cientos de aplicaciones de la tecnología Internet. En el contexto de Internet 2 la aparición de buenas herramientas genéricas puede hacer que broten miles de usos, reconociendo también la imposibilidad de priorizar y desarrollar todas las aplicaciones que los investigadores y educadores pueden desear. El anteriormente mencionado *Instructional Management System* es un ejemplo de un conjunto de protocolos, *middleware* y aplicaciones cliente que podrían hacer por el desarrollo de la educación distribuida y multimedia lo que los protocolos web y aplicaciones cliente de la WWW han hecho por la publicación e información en línea.

Será importante identificar aquellas áreas de desarrollo de aplicaciones hacia las que se está dirigiendo (o se dirigirá pronto) el sector comercial. El objetivo en estos casos será prever la participación de las instituciones de Internet 2 apropiadas en el diseño y proceso de pruebas de estas herramientas y sus aplicaciones.

De forma similar, será importante identificar áreas de desarrollo de aplicaciones clave a las cuales, probablemente, no se va a dirigir el sector comercial y desarrollar estrategias para avanzar en estas áreas, incluyendo las de financiación y dirección de cualquier proyecto de desarrollo concurrente.

Un mecanismo podría servir a este esfuerzo en ambos casos. Una petición de socios (*Request For Partners -RFP*), proveniente tanto de un socio empresarial como de una institución miembro o una combinación de instituciones miembro y socios empresariales, podría articular los parámetros del desarrollo y/o pruebas en cuestión, y establecer los criterios de participación. Una *RFP* iniciada por un socio comercial no debería estar vinculada a la venta de un producto o a una evidente estrategia de mercadeo. Pero en todos los casos, las *RFPs* deberían estar basadas en la expectativa de aportar alguna ventaja a todos los participantes. Esta podría ser, por ejemplo, una ventaja en el tiempo de acceso en la investigación, o en el tiempo para colocar un producto en el mercado para las empresas, o un acceso precoz a las tecnologías emergentes para las instituciones de Internet 2. Una premisa clave de Internet 2 es la necesidad de una transferencia bidireccional de tecnología entre las universidades participantes y los socios que representan los intereses del sector comercial y gubernamental.



### **3. COMPONENTES DE TELEINMERSIÓN**

#### **3.1 ¿Qué es teleinmersión?**

Muchas definiciones se pueden encontrar acerca de este tema, sin embargo, son pocas las que logran definir en su totalidad todo lo que representa hasta hoy la teleinmersión, es así pues que aquí se presentan varias definiciones de lo que es en sí la teleinmersión.

La teleinmersión es un sistema que une informática, video en tres dimensiones, robótica y realidad virtual, y que permite a las personas establecer una comunicación con otras personas distantes como si estuvieran compartiendo el mismo espacio físico.

La teleinmersión permite que personas en diferentes lugares se sientan como si charlaran en el mismo cuarto. Pero acumular la información resultante de la filmación en tiempo real de una persona y su ambiente tiene un precio: la teleinmersión genera enormes cantidades de datos, requiriendo potencias de proceso y anchos de banda masivos.

La teleinmersión es la combinación eficaz de sistemas avanzados de telecomunicaciones que permitan aplicaciones colaborativas de manera fluida, así como la ampliación de la tecnología de cavernas informáticas para reconocer la presencia y el movimiento de individuos dentro de ellas, rastrear su presencia y movimientos y permitir su proyección en entornos de inmersión múltiple, geográficamente distribuidos, en los cuales los individuos pueden interactuar sensorialmente.

La teleinmersión es una combinación eficaz de desarrollo de mecanismos para identificar la presencia y el movimiento de individuos dentro de cavernas, rastrear esa presencia y sus movimientos, para después permitir su proyección en verdaderos entornos de inmersión múltiples, geográficamente distribuidos, en los cuales estos individuos podrían interactuar con modelos generados por computadoras.

“La reasignación del proceso de datos de la teleinmersión a un centro de supercomputación remoto es un hito para el *grid* (cuadrícula geográfica), que utiliza las máquinas remotas para procesar datos” ha dicho Kostas Daniilidis (líder del grupo de la Universidad de Pennsylvania). “Si las conexiones son suficientemente rápidas, como ocurre con Internet 2, la red misma se convierte en una computadora gigante, enlazando los procesadores dispersos en muchos centenares de kilómetros”.

La teleinmersión bien puede revolucionar la forma en que la gente se comunica, permitiendo que personas en los extremos opuestos del país o del mundo se sientan temporalmente en presencia de los demás. La clave de la sensación realista de la teleinmersión es un banco hemisférico de cámaras digitales que filman a los participantes desde una variedad de ángulos y unos dispositivos que los participantes llevan en sus cabezas. Combinado con los cristales polarizados como los utilizados en las películas 3D, el equipo crea imágenes sutilmente diferentes en cada ojo, así como los ojos hacen en la vida cotidiana.

Claro que esta tecnología no se limita sólo a charlas personales, sino que puede tener múltiples aplicaciones: un cirujano podrá estar presente en una sala de operaciones para aconsejar a sus colegas; los estudiantes podrán participar de clases a distancia en cualquier universidad del mundo; los actores de una película podrán ensayar juntos aunque estén en países diferentes y los empresarios pelear cara a cara sus negocios sin moverse de sus oficinas.

Muchos se preguntarán si todas estas cosas no pueden lograrse con la ya conocida videoconferencia (que permite mantener conversaciones en video por Internet). Y la respuesta es no. Con la actual videoconferencia dos personas pueden verse en dos dimensiones, mientras que la teleinmersión ocurre en 3D.

¿Es entonces realidad virtual? No exactamente. Jaron Lanier, presidente de *Advanced Network and Services*, pionero de la realidad virtual y quien acuñó el término teleinmersión, dijo que "la realidad virtual coloca al usuario en un lugar imaginario diseñado por gente, mientras que la teleinmersión lo conecta con lugares distantes en el mundo real", dentro de la pantalla.

El sistema funciona así: en una cabina se instala una gran pantalla plana. Enfrente se sienta el usuario provisto de anteojos para ver 3D y un casco en su cabeza, que es el encargado de indicarle al sistema hacia dónde está mirando. Del otro lado de la red estará su interlocutor, rodeado por un semicírculo de videocámaras que captan su persona y entorno desde diversos ángulos.

Las imágenes son divididas para crear una imagen ligeramente diferente para cada ojo. Los anteojos sirven para combinar las imágenes de modo que el cerebro las perciba en tres dimensiones.

El casco sigue los movimientos del usuario. Según hacia dónde mueva la cabeza, va cambiando las imágenes recibidas. Si asoma la cabeza por detrás del interlocutor, por ejemplo, podrá ver los libros que están en la biblioteca.

### 3.2 IMS (*Instructional Management System*)

Hay muy poco *software* de alta calidad disponible en el área de la enseñanza que sirva como base de contenido para una enseñanza distribuida. La mayoría del *software* educativo ha sido diseñado para su uso autónomo, especialmente el que incorpora sonido, imagen y vídeo. Por otra parte, buena parte del mismo depende de un único sistema operativo. Internet 2 es una oportunidad para trabajar en una arquitectura de desarrollo de aplicaciones que cree un *software* educativo (*learningware*) con sus correspondientes aplicaciones que pueda proporcionarse y usarse dentro de la enseñanza distribuida.

Las tecnologías de componentes (por bloques elementales) pueden hacer el cambio en la educación distribuida. Los cimientos de esos bloques elementales están ahora emergiendo en la industria de las tecnologías de la información bajo la forma de herramientas de desarrollo orientado a objetos y arquitecturas distribuidas de objetos (DCOM, Java, Active-X, OpenDoc, por nombrar solamente unas pocas). Estas herramientas, genéricas y estándar, no proporcionarán todos los bloques elementales necesarios para crear un entorno distribuido en la enseñanza y la investigación, a pesar de que, probablemente, resolverán muchos problemas de autenticación, autorización y seguridad, por poner algunos ejemplos.

Los nuevos modelos y herramientas por componentes, sin embargo, pueden extenderse para incluir las funcionalidades requeridas. Crear materiales para la enseñanza en red, por ejemplo, puede ser mucho más fácil si los desarrolladores cuentan con bloques elementales y protocolos genéricos y multiplataforma.

Por ejemplo, el desarrollador de una aplicación diseñada para permitir al estudiante recoger y analizar datos provenientes de instrumentos científicos en Internet debería tener acceso a una herramienta de muestreo en red que fuera capaz de reconocer varios protocolos de datos; a una ventana inteligente de trazado que dispusiera, además, de una variedad de dispositivos de escalado y representación y, por supuesto, a una herramienta que permitiera pasar los datos del muestreo a la ventana de trazado.

Con tales herramientas, el desarrollador podría concentrarse en el desarrollo de un entorno de aprendizaje en red que incorporara recogida y análisis de datos de forma interactiva.

De forma más general, los bloques elementales interoperativos requeridos por los desarrolladores de contenidos podrían incluir modelos gráficos en dos y tres dimensiones, esquemas de modelación matemática, mecanismos de computación y manipulación simbólica, un lenguaje matemático de guiones (*scripting*), esquemas de modelación molecular, tablas periódicas inteligentes y herramientas atómicas de enlaces, otras funcionalidades específicas para el campo de las ciencias, esquemas para desarrollar estudios de práctica judicial basados en videoclips, herramientas de glosario de textos, herramientas para la sincronización de datos temporales (como la música) con texto e imágenes relacionadas (partituras musicales), bases de datos léxicas bilingües y herramientas de búsqueda para el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje de una segunda lengua, así como otras muchas funcionalidades genéricas. Estas son las clases de bloques elementales que pueden formar la base de los contenidos del *Instructional Management System*.

El *Instructional Management System* (IMS) fue diseñado para superar los principales impedimentos al crecimiento de la enseñanza distribuida basada en Internet 2 por medio de un proyecto nacional emprendido como parte de la Iniciativa de Infraestructura de Enseñanza Nacional de EDUCOM. EDUCOM continúa siendo el punto focal del consorcio para las actividades del IMS.

La Universidad del Estado de California (CSU, también conocida como Cal State), el Miami Dade Community College, la Universidad de Michigan y la Universidad de Carolina del Norte en Chapel Hill (UNC) se han responsabilizado del diseño y puesta en marcha del IMS y continuarán colaborando con Cal State, que ha asumido la jefatura del proyecto.

Cualquier proceso educativo, ya sea de enseñanza primaria o media, universitaria o de formación profesional, incorpora, de forma típica, las siguientes acciones:

- Establecer los objetivos de enseñanza.
- Localizar y revisar (o crear) los materiales educativos (p.ej. instrumentos de diagnóstico, libros de texto, software educativo, instrumentos de valoración, pruebas de maestría).
- Determinar el nivel de destreza o conocimiento del estudiante.
- Asignar los materiales apropiados al estudiante.
- Proporcionar acceso al estudiante a los módulos y componentes educativos.
- Revisar y seguir la trayectoria de los progresos académicos del alumnado, interviniendo directamente cuando sea necesario.
- Proporcionar y dirigir las comunicaciones estudiante-tutor y estudiante-estudiante, tanto de forma síncrona como asíncrona.
- Evaluar el aprendizaje del alumno.
- Informar de los logros en el aprendizaje.

En el entorno educativo tradicional, este proceso es diseñado, controlado y llevado a cabo por los profesores. En un entorno educativo distribuido en red, este proceso debería ser diseñado por los mismos profesores, pero manejado por el *software*, que debería ser, a menudo, compartido por alumnos, profesores y por otras entidades como editores y proveedores de información. A este sistema de dirección educativa basada en red se le denomina IMS. El IMS se compone de servicios y estándares. Los estándares permiten a los módulos educativos distribuidos interoperar en lo que respecta a aspectos tales como el seguimiento del progreso de los alumnos, incorporación automática de los módulos en marcos más amplios, interacción colaborativa y flujos entre los módulos. Los estándares crean también un mecanismo común para la organización y recuperación de los objetos educativos basados en red al reflejar la relación entre los módulos educativos individuales y los objetivos específicos de aprendizaje.

Mientras algunas de las tecnologías de IMS podrían ser desarrolladas en el entorno de la Internet actual, los componentes síncronos de comunicación y las tecnologías para enlazar y proporcionar materiales multimedia de aprendizaje requerirán servicios de red mucho más grandes y que sólo se pueden desarrollar dentro de Internet 2.

La iniciativa de infraestructura para la enseñanza nacional de EDUCOM creó los estándares del IMS. La intención respecto a estos estándares es hacerlos disponibles de forma amplia, para que de esta forma, los desarrolladores comerciales puedan crear sistemas IMS propios basados en estándares genéricos y de alguna manera paralelos al desarrollo y adopción de los estándares URL, HTML y HTTP en el contexto de la web.

Los desarrolladores de módulos educativos pueden usar los estándares como un medio para asegurarse de que los módulos de *software* están de acuerdo con el IMS, cualquiera que sea la implementación específica del IMS que se use para dirigirlos. Los estándares definen los elementos de datos que se incorporarán en los objetivos, diagnóstico y módulos educativos sujetos al IMS, y cubrirán los objetivos relacionados tales como, estilos de aprendizaje, apuntes, información de estado de herramientas de colaboración, etc.

Los módulos educativos proporcionan informes de estado con la frecuencia especificada por el instructor o en respuesta a cualquier acontecimiento dentro del sistema, como la finalización de un módulo por parte del alumno. Los módulos recogen una variedad de información incluyendo resultados de los exámenes, tiempo de permanencia en el centro e información sobre apuntes. Los módulos operan de varias formas:

- El control remoto permite al profesor pasar información al módulo como respuesta a una pregunta por parte del alumno.
- El modo previo permite al profesor estudiar previamente un módulo. De esta forma, se puede acceder a las notas originales y comentarios del autor.
- El modo de instrucción es para el uso normal del alumno.
- El modo de revisión es para uso del alumno y le permite la revisión de los módulos una vez completados. Este modo afecta al módulo de informes si el sistema de administración recoge estos datos.

Los módulos pueden también recibir instrucciones de la dirección: por ejemplo, resume los apuntes, pon un metadato de comportamiento (para llamar al sistema de dirección después de un período de inactividad del alumno, etc.); aceptar instrucciones remotas de control e instrucciones de interacción colaborativa; y acudir a otros módulos o utilidades que permitan al módulo primario cumplir los objetivos educativos y del sistema.

### 3.3 Laboratorios virtuales

El laboratorio virtual es un ambiente aplicativo para la ciencia computacional y la ingeniería. Un laboratorio virtual permite que científicos ubicados en distintos lugares, cada uno con conocimientos singulares, recursos de informática o datos colaboren eficientemente no sólo en una reunión, sino de modo activo. El *Grand Challenge Computational Cosmology Consortium* está formado por un grupo de astrónomos teóricos y de informáticos, comprometidos en una investigación y trabajando en colaboración sobre el origen del universo y la emergencia de estructuras a gran escala.

Este grupo incluye a científicos de la Universidad de Indiana, NCSA, Princeton, MIT, UC-SC y el Centro de Supercomputación de Pittsburgh. Su trabajo precisa de simulaciones masivas por medio de múltiples supercomputadores que funcionan simultáneamente; grandes bases de datos con los resultados de la simulación; visualizaciones extensas que muestran la evolución de estrellas y galaxias, y un amplio repositorio de *software* compartido que hace posible todo lo anterior. Si bien algunos experimentos se realizan de forma aislada, la mayor parte de los mismos requiere una estrecha colaboración entre equipos de personas distribuidos por múltiples zonas.

Cada miembro de un equipo es un experto en un componente particular de la heterogénea mezcla formada por la simulación, el análisis de los datos y la visualización. El equipo debe poder compartir una visión común de la simulación y participar de forma interactiva en la computación colectiva.

Entre los componentes de un laboratorio virtual se incluyen:

- Servidores de computación capaces de manejar reducciones de datos y simulaciones a gran escala.
- Bases de datos que contengan información específica para aplicaciones, tales como simulación inicial y condiciones límite, observaciones experimentales, requerimientos de clientes, constreñimientos de fabricación; así como recursos distribuidos específicos de las aplicaciones.
- Instrumentos científicos conectados a la red. (Por ejemplo, satélites de datos, sensores de movimientos de la Tierra y de la calidad de aire; instrumentos astronómicos, como los equipos de radioastronomía distribuida del Observatorio Nacional Radioastronómico).
- Herramientas de colaboración, que a veces incluyen la teleinmersión (ya descrita anteriormente).
- Activos de *software*. (Cada laboratorio virtual está basado en un software especializado para simulación, análisis de datos, descubrimiento, reducción y visualización. La mayor parte de este *software* fue diseñado, originalmente, de forma autónoma, usando una sola máquina. Comenzamos ahora la tarea de comprender cómo pueden integrarse todas estas herramientas en redes de programas activas y heterogéneas que pueden redimensionarse a escala para resolver los problemas de mañana).

Fuertemente acopladas, los cálculos multidisciplinarios presionan fuertemente sobre el ancho de banda de las redes. Un retardo bajo es crítico y la planificación de los recursos del sistema de computación debe ser acoplada a servicios de reserva de ancho de banda. Los protocolos multidifusión y la tecnología son críticos para la naturaleza colaborativa de un experimento en un laboratorio virtual, donde las personas, los recursos y las computaciones están ampliamente diseminados.

Los flujos de información en estos experimentos pueden combinar voz, video, y flujos de datos en tiempo real provenientes de los instrumentos, con amplias ráfagas de datos provenientes de simulaciones y fuentes de visualización.

### 3.4 Protocolo de comunicación ATM

Fundamentalmente ATM es una tecnología que simultáneamente transmite tráfico de datos, voz y video sobre circuitos de alto ancho de banda, generalmente cientos de mega bits por segundo (Mbps) en 1997 y Giga bits por segundo (Gbps) ahora en el 2004. La plataforma de *hardware* y *software* de ATM crea una arquitectura de comunicaciones basada en *switching* (alternación) y transmisión de pequeñas unidades de información, llamadas células (*cells*).

La primera diferencia entre redes basadas en ATM y otros sistemas de comunicaciones existentes, como *Internet Protocol* IP, *Frame Relay*, *Switched Multimegabit Data Service* (SMDS) y *Ethernet*, es que ATM es la primera tecnología y protocolo estructurado para integrar efectivamente voz, video y datos sobre un mismo canal de comunicaciones a cualquier velocidad. ATM juega muchos roles dentro de las redes modernas de comunicaciones como lo es Internet 2. Primero, provee la interfase *user-to-network* (UNI) para la transferencia simultanea de voz, video y datos. Segundo, actúa como protocolo de señalización para controlar los servicios de ATM. Después, los multiplexores y *switchs* ATM, utilizan ATM como una tecnología para la implementación de redes de gran tamaño y velocidad. También muchos proveedores de servicios ven a ATM como un método de acceso de red integrada y económica. Finalmente, ATM actúa como una plataforma multiservicio para redes públicas. En resumen, ATM muestra las siguientes formas:

- Interfase
- Protocolo
- Tecnología
- Acceso integrado y económico
- Infraestructura escalable
- *End-to-end Service*

ATM es un estándar de la ITU-T (Unión Internacional de Telecomunicaciones) que puede ser considerado como una tecnología de conmutación de paquetes para alta velocidad con una serie de características muy particulares:

- Los paquetes son de tamaño pequeño y constante (53 bytes).
- Es una tecnología de naturaleza conmutada y orientada a conexión.
- Los nodos que componen la red no tienen mecanismos para el control de errores de flujo.
- El *header* o cabecera de las celdas tiene una funcionalidad limitada.

Bajo una concepción celular de las comunicaciones, una red ATM es capaz de transferir cualquier tipo de información entre dos puntos sin modificar su naturaleza íntima. Ya sea voz, imagen o datos, el ATM cose un traje a la medida de las necesidades de cada tipo de tráfico. Simplificando al máximo, se puede ver que una red ATM está compuesta por nodos de conmutación, elementos de transmisión y los equipos terminales de usuarios.

Los nodos serán capaces de encaminar la información empaquetada en células a través de unos caminos conocidos como conexiones de canal virtual. El *routing*, en los nodos conmutadores de células, es un proceso a nivel *hardware*, mientras que el establecimiento de conexiones y el empaquetamiento y desempaquetamiento de las células son procesos a nivel *software*.

El principio de funcionamiento básico de ATM es la creación de un circuito virtual, se crea una conexión extremo-a-extremo en la que se han definido unos puntos de finalización y rutas pero que no tiene un ancho de banda preestablecido y dedicado en exclusiva para él.

El ancho de banda lo asigna dinámicamente la red según la demanda de tráfico para transmitir. ATM también define varios tipos de servicios según una amplia serie de requerimientos de las aplicaciones.

Bajo el punto de vista basado exclusivamente en la transmisión, el ATM se puede dividir en dos niveles, el primero de los cuales está a su vez dividido en otros dos; que se combinan de forma jerárquica de modo que cada capa superior puede tener uno o varios de los elementos inferiores.

Dentro del nivel ATM se distinguen dos subniveles o tipos de conexiones: las trayectorias virtuales (VP), que se identifican por medio de identificadores de trayectoria virtual (VPI) y los canales virtuales (VC), que se identifican por la combinación de un VPI y un VCI (identificador de canal virtual).

Las aplicaciones nativas de ATM están específicamente pensadas para usar la tecnología de ATM y para explotar al máximo sus especiales características. Los protocolos nativos se encargan, por tanto, de ofrecer esas características intrínsecas de las redes de tecnología ATM (soporte de QoS, señalización, direccionamiento, etc.) a las aplicaciones nativas de ATM (VoD, pizarras compartidas, video conferencia). No obstante, existen también investigaciones activas para conseguir soportar sobre redes ATM aplicaciones no nativas ATM desarrolladas para otras tecnologías (IP, *frame relay*, SMDS).

El término *native ATM services* define servicios ATM específicos disponibles para el *software* y *hardware* residentes en dispositivos de usuario ATM. Por consiguiente, el programador de aplicaciones dispone de nuevos servicios entre los que se pueden destacar los siguientes: Transferencias de datos (fiables o no) usando la capa ATM y varias capas de adaptación (AALs).

Disponibilidad de circuitos virtuales conmutados (SVCs) y circuitos virtuales permanentes (PVCs). Consideraciones relativas a la gestión de tráfico (clases de servicio, garantías de QoS, etc.). Posibilidad de distribución de conexiones y de participación local en la administración de la red (protocolos ILMI y OAM).

El propósito de los servicios nativos ATM es ofrecer el acceso a las clases de servicio o a las características de QoS en redes ATM.

### **3.5 Aplicaciones de teleinmersión a nivel regional**

#### **VirtualCal**

Es un proyecto de colaboración desarrollado por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y el Centro para Estudios México-Estados Unidos (UC-MEXUS), el cual tiene como objetivo facilitar el uso de las tecnologías de la información a un grupo interdisciplinario de personas, mediante el desarrollo e implementación de un sistema de videoconferencia con recursos de multimedia compartidos sobre Internet 2, para el uso de investigadores en distintas instituciones. El sistema integrará un conjunto de herramientas colaborativas para el desarrollo de documentos y presentaciones en grupo.

La aplicación cuenta con los siguientes módulos:

- Usuarios y grupos de usuarios  
Registro y consulta de información.
- Planeación y preparación de eventos  
Herramientas para programación de eventos en el calendario, invitación electrónica a usuarios, notas del usuario, registro de presentaciones e imágenes, foro de discusión.
- Reuniones virtuales  
Herramientas para soporte a la interacción en tiempo real: audio y video, presentación de documentos, área de conversación por texto, notas, navegación por web y pizarra compartida.

**Miro (*Middleware* adaptivo para un laboratorio de robots móviles en Internet 2)**

Instituciones participantes: Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), University of California at Irvine (UCI), Principales Investigadores: Dr. Alfredo Weitzenfeld (ITAM), Dr. Federico Kuhlmann (ITAM), Dr. Jesús Savage (UNAM), Dr. Nalini Venkatasubramanian (UCI). La evolución rápida del Internet ha traído los progresos que fueron reservados previamente sobre todo a la ciencia ficción. Entre éstos, cualquier persona en cualquier parte del mundo puede satisfacer hoy lo que hasta no hace mucho era solo parte de sueños, el interactuar con robots en áreas remotas.

Con la introducción de Internet 2 y la disponibilidad de redes publicas baratas inalámbricas, los robots móviles autónomos pueden ahora aprovecharse de los recursos de red distribuidos casi ilimitados, de alta anchura de banda y de movilidad extendida. En tal espíritu, se propuso una colaboración común de Estados Unidos - México que promueva el avance de la ciencia y la educación desarrollando una arquitectura adaptable del *middleware* que proporciona el acceso a los sistemas robóticos autónomos alejados con una rejilla de recursos de cómputo fijos y móviles distribuidos en la web.

Esta arquitectura apoyará grupos solos y múltiples de los robots, con las tareas extendiéndose de la navegación simple al comportamiento biológico inspirado en la estructura de la red neuronal. Este esfuerzo de la investigación es atado junto por una colección de herramientas del *software* incluyendo: NSL, un lenguaje de simulación neuronal; ASL, un lenguaje de esquema abstracto; un ambiente basado en esquema de simulación para la puesta en practica del robot.

### **Mapeo en 3-D del cerebro**

Esta aplicación permite la visualización en tiempo real de la actividad del cerebro durante actividades de representación visual y de memoria, con el sujeto en un explorador MRI remoto, esta aplicación se está desarrollando actualmente en Argentina por el grupo Retina.

### **Tapicerías biológicas**

Es un sistema en línea de un microscopio que puede generar imágenes de las muestras vivas, y registrar acontecimientos de 3 dimensiones dinámicamente produciendo conjuntos de datos tetra dimensionales (4-D) (espacio tridimensional más tiempo) en un computadora remota.

El proyecto de Telemicroscopía 4-D requiere gran ancho de banda y calidad de servicio intensivas y garantizadas cuando está utilizando su capacidad completa. Internet 2 ayuda a asegurar que los conjuntos de datos sean transmitidos rápida y confiablemente antes de que puedan ocurrir daños a los organismos. Este proyecto es realizado por *Carnegie Mellon University, University of Pittsburgh Medical Center, Pittsburgh Supercomputing Center.*

### **Explorando el sistema terrestre en la segunda web**

La exploración del sistema terrestre en la segunda web demuestra como las tecnologías avanzadas de web y de red se pueden utilizar para la colaboración científica y la educación a distancia. Las redes de gran ancho de banda dan la oportunidad de moverse desde ambientes de web con información 2D y vídeo para compartir conocimientos usando mundos virtuales en 3D. La iniciativa de este proyecto es de *University Corporation for Atmospheric Research.*

### **Telescopio Subaru en Hawai**

El telescopio Subaru en Hawai está vinculado vía una conexión de alta velocidad con un laboratorio en Yokohama, y las imágenes astronómicas de alta definición se extraen y se descargan rápidamente. Las clases y las discusiones interactivas en tiempo real con los investigadores también suceden entre Hawai y Yokohama usando las herramientas multimedia de comunicación de alta calidad.

## **Red virtual de información RIVED**

Venezuela, al igual que otros países de América Latina y el Caribe, enfrenta varios desafíos a nivel internacional: la presencia de una economía globalizada de alta velocidad, competitiva, basada en el conocimiento y que requiere recursos humanos especializados, de alta calidad y con capacidad para adaptarse a estas nuevas circunstancias; innovaciones radicales en el área de las tecnologías de información y comunicación con fuerte impacto en los procesos de producción y distribución; y un crecimiento exponencial de los conocimientos con consecuencias para los planes de estudio.

Para enfrentar estos desafíos es indispensable mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y la matemática en el país y en los países de la región, así como crear las condiciones para establecer programas que enfatizan la práctica, la actividad mental y la realidad, sobre la base de la utilización apropiada de las nuevas tecnologías.

Para esto, se necesitan grandes cantidades de recursos como calidad de servicio, gran ancho de banda, voz y video sobre IP y en tiempo real, es por eso que se pretende constituir una Red Internacional Virtual en Educación (RIVED) para el mejoramiento del aprendizaje de las ciencias y la matemática a nivel de educación diversificada, mediante el aprovechamiento del potencial de las tecnologías de información y comunicación que provee Internet 2. Para ello se establece un programa amplio que comprende: normas de aprendizaje y su traducción en actividades pedagógicas y de aprendizaje utilizando técnicas de teleinmersión, la producción de materiales didácticos multimediales para la *web*, la capacitación de personal y una red de distribución de comunicaciones.

## **4. APLICACIONES DE TELEINMERSIÓN**

### **4.1 GeoPad <sup>(TM)</sup> Tecnología de información para la educación y la investigación del trabajo de campo**

El trabajo de campo es la piedra angular de muchas disciplinas científicas, tales como la geología, biología, antropología, arqueología, recursos naturales, sociología. Es generalmente el primer paso en el proceso científico de recopilar, de analizar, y de interpretar datos. Mientras que los pasos subsecuentes se logran típicamente una vez que uno ha salido del campo, proporcionando todo el acceso a las capacidades de estar en el campo, esto realiza perceptiblemente las prácticas educativas y científicas dentro de estos dominios. El proyecto de GeoPad busca hacer esto proporcionando un sistema en tiempo real para la fusión de datos dentro de un trabajo de campo colaborativo.

Las innovaciones recientes en la tecnología de información (IT por sus siglas en ingles), especialmente en la forma de aumentar la portabilidad y de nuevas interfaces para los ordenadores personales y adelantos en los sistemas de información geográficos (GIS por sus siglas en ingles), permiten el en-el-campo, acceso en tiempo real a una gran cantidad de colección de datos, análisis, visualización, y las herramientas de interpretación. Las ventajas de estas innovaciones, sin embargo, se pueden observar solamente sobre una base amplia cuando la tecnología de información alcanza un nivel de madurez en el cual los usuarios puedan emplearlo fácilmente para aumentar su experiencia de aprendizaje y actividades científicas.

El GeoPad como combinación de la novedosa tecnología de teleinmersión se esfuerza en alcanzar un nivel de inmersión total. Generalmente hablando, el GeoPad es una pastilla de PC corrugada equipada con una red inalámbrica, un receptor portable GPS, una cámara fotográfica digital, una cabeza receptora de micrófono, *software* de reconocimiento de voz, y de *software* de información geográfica. Los científicos podrán salir a la investigación de campo en grupo o individualmente, recoger y compartir los datos instantáneamente con uno y con centenares de los colaboradores físicamente lejanos. Además, tendrán acceso a la larga base de datos, a la sumatoria de los grandes recursos visuales en centros distantes para solicitarlos en sitios específicos. La capacidad de supervisar los datos y la localización de los datos reunidos crea instantáneamente un grupo inteligente o formas que no son normalmente posibles utilizando técnicas tradicionales de investigación, tales como lo es con una PC portátil. En realidad la reunión de datos también permiten descubrir las anomalías o la información que falta para ser descubierta e investigar mientras los datos reunidos aun están en el campo de investigación.

El proyecto de GeoPad es una extensión de las colaboraciones que fueron establecidas entre los geocientíficos y los informáticos en los proyectos Geowall (Agave) y Continuum. La meta del proyecto de GeoPad es introducir geocientíficos a las nuevas tecnologías, tales como teleinmersión, sistemas de colocación globales GPS administrados por computadora, y desarrollar *software* para apoyar su uso en la investigación y la educación.

La evolución del GeoPad se originó con la experimentación que involucraba las computadoras portátiles, teléfonos celulares, y receptores portables GPS, usados con el *software* de ArcView y de ArcPad de ESRI. Estos experimentos se iniciaron durante el otoño del 2000 y centrado en la investigación y la educación de la geología del campo, sin embargo, el *hardware*, el *software*, y las metodologías que son exploradas son generalmente y fácilmente aplicables a diversas ciencias.

De experimentos tempranos con las computadoras basadas en NT4.0 de Windows de Fujitsu y de las computadoras portátiles regulares, el desarrollo del concepto de GeoPad fue fomentado perceptiblemente por una donación de diez Toshiba Portege 3500 unidades de TabletPC en finales de 2002 de Microsoft Corporation a la Universidad de Michigan (U-M), a la Universidad de Illinois en Chicago, y a la Universidad de Minnesota. Mientras que estas unidades no eran convenientes para el uso al aire libre, proporcionaron una plataforma excelente del desarrollo para la experimentación del TabletPC para Windows XP.

El estado actual del GeoPad, como una investigación duradera, manejable, es ilustrado de mejor forma por su incorporación en el curso de la geología del campo en el pensum de Maestrías de la Universidad de Michigan durante el verano 2003.

GeoPads en sí es genérico en el concepto, tal que pueden ser construidos fuera de los componentes disponibles, los únicos requisitos particulares significativos requeridos a la fecha han estado en el lado del software. Los criterios dominantes que hacen un que un TabletPC basado en Windows XP se un GeoPad útil son:

- Robusto (tiene que soportar su uso a la intemperie.)
- Pantalla de exhibición al aire libre.
- Mínimo de resolución de la pantalla 1024x768 con un tamaño mínimo de la pantalla de 10".
- Mínimo 512MB RAM
- Diseño ergonómico conveniente al uso del campo y vehículo.
- Establecimiento de una red inalámbrica.
- GPS integrado.
- Peso máximo de seis libras.
- Mínimo de cuatro horas por paquete de la batería.

Como paquetes de *software* utilizados en GeoPad se puede mencionar el sistema de información geográfica GIS, el sistema de posicionamiento global GPS, *software* de visualización (*Geowall software*), Stereonet (*Software* propio) y recursos de datos digitales como mapas, etc.

#### **4.2 CASA (*Computer Augmentation for Smart Architectonics*)**

Los hogares o edificios que utilizan la tecnología para ser inteligentes, que son administrados por computadoras, automatizados, intuitivos, con uso de energía eficiente, o sólo por conveniencia han estado en existencia desde mediados de los años ochenta. La tecnología usada se ha extendido de los contadores de tiempo simples que controlan aparatos electrodomésticos en las horas señaladas durante el día, al control por computadora de los ambientes de la oficina.

Recientemente, la meta ha sido ocultar las computadoras en el ambiente mientras que proporcionan la ayuda para los seres humanos en sus actividades diarias. Han habido ya muchos casos donde los seres humanos han utilizado las computadoras de este modo. Estas computadoras han sido ocultadas en los quehaceres diarios y en equipo como automóviles y VCRs. Sin embargo, es interesante observar que lo más difícil de utilizar este tipo de dispositivos es típicamente que tienen un tipo de interconexión de computadora (ejemplo: video grabadora, horno de microonda), mientras que los que están más fáciles de utilizar son aquellos que ocultan la interconexión de la computadora (ejemplo: automóviles y refrigeradores). Más allá de la gerencia de los hogares, los ambientes inteligentes pueden ser de ayuda inestimable en el ambiente del trabajo.

El primer prototipo del CASA fue exhibido recientemente en EVE8 (acontecimiento electrónico de la visualización 8) en Chicago. El prototipo ofreció un viaje con un guía inteligente virtual, representando una casa del futuro. El prototipo sirvió como medio para experimentar con un número de tecnologías permitidas, una de las cual incluyó la colaboración de Caverna a Caverna.

Los modelos 3D usados en CASA fueron diseñados en SoftImage y modelados en la CUEVA como objetos de OpenInventor. Esto vino del hecho de que OpenInventor se empezó a convertir rápidamente en el factor estándar de VRML. OpenInventor fue elegido sobre el desarrollador IRIS porque OpenInventor es un modelo generalizado para los gráficos 3D que está comenzando a aparecer tanto en Macintosh como en PC's regulares. Además, OpenInventor ofrece un sistema muy amplio de renderización.

En este prototipo de una casa inteligente, las luces son conducidas por los sensores que se colocan en lugares específicos de la casa, los que pueden ser accionados cuando se les acerca. Es decir, los *smarts* son programables mediante código en el que se pueden declarar los sensores, los reguladores y los objetos controlados. Por ejemplo, en la casa inteligente, cada sitio tiene sensores que, basados en ciertas condiciones, accionarían una o más luces para encenderse o apagarse. La clase de sensores y de objetos controlados es extensible declarando subclases del sensor base, y objetos de tipo control. La lógica para los reguladores es programable vía un lenguaje descriptivo.

### **4.3 Calvin (*Collaborative Architectural Layout Via Immersive Navigation*)**

Es un ambiente de realidad virtual utilizado para apoyar un diseño de colaboración con múltiples perspectivas y multidisciplinario. Una de las metas a largo plazo actuales en el laboratorio electrónico de la visualización (EVL según siglas en inglés) es crear un ambiente virtual persistente permitiendo a participantes situados transcontinentalmente aplicar al excedente de realidad virtual (VR) de redes de alta velocidad y de gran ancho de banda conectadas con los recursos súper computarizados y a los grandes almacenes de datos. Muchos de los usos en los experimentos de CALVIN se centraron en recursos de súper computación que conectaban a los dispositivos de realidad virtual para visualizar datos de dominios científicos específicos del problema. El enfoque, sin embargo, está en investigar las técnicas requeridas para apoyar el trabajo de colaboración general en ambientes virtuales persistentes. Estas técnicas incluyen el abastecimiento: representaciones para la copresencia virtual; teleconferencia con video y audio con calidad de servicio; interfaces de realidad virtual; y tecnología de la base de datos para la persistencia que se sostiene en mundos virtuales.

El acercamiento es crear un mundo virtual persistente como por ejemplo un laboratorio virtual en el que los colaboradores alejados físicamente puedan entrar y utilizarlo para el trabajo de cooperación en un proyecto de diseño o de visualización. De lo contrario también se buscan otros ambientes virtuales que presenten la misma visión a todos sus participantes, este acercamiento provee a cada participante su propia perspectiva que visualice la información de una manera más relevante a su campo de especialización. Por ejemplo, en el campo del diseño arquitectónico dos de los colaboradores pudieron ser un arquitecto y un ingeniero industrial. Mientras que el arquitecto se refiere más a las aplicaciones estéticas del diseño, el ingeniero pudo estar más interesado en el análisis de la tensión del diseño.

Aunque comparten el mismo mundo virtual, las representaciones de la arquitectura que consideran deben ser diferentes para poder representar apropiadamente la información relevante a cada experto.

CALVIN es un sistema de prototipo que aplica las ideas generales de proporcionar múltiples perspectivas para el diseño en colaboración. En el presente, CALVIN utiliza solamente un subconjunto de estos conceptos. Específicamente, CALVIN pone perspectivas múltiples de la cámara fotográfica en ejecución y permite que los participantes diseñen en colaboración, en un espacio arquitectónico compartido. CALVIN es una consecuencia del CASA, de un ambiente de colaboración en red diseñado para permitir el prototipado de los hogares y ambientes inteligentes de realidad virtual, CASA y por lo tanto CALVIN, fueron diseñados para funcionar en el ambiente virtual de la cueva.

La cueva tiene una dimensión de 10 pies por 10 pies por 10 pies, está construida de paredes translúcidas que se proyectan con imágenes estereoscópicas. Un participante que usa la cueva pone un par de cristales del obturador del LCD para mediar las imágenes del estereograficador. Un perseguidor magnético, unido a los cristales, retransmite la posición y la orientación de la cabeza del usuario a la computadora. Una varita de 3 botones, también equipada de un perseguidor magnético, se proporciona para permitir la interacción con el ambiente virtual.

Los gráficos para la cueva son conducidos por un SGI Onyx. La base de CALVIN es la biblioteca de la cueva. Encima de esto, CALVIN utiliza OpenInventor para renderizar el ambiente virtual. CALVIN proporciona dos interfaces principales para la interacción: el visor virtual y un módulo de reconocimiento de voz. Aunque CALVIN fue concebido originalmente para la cueva, la biblioteca en sí misma de la cueva es capaz de apoyar un número indefinido de plataformas de realidad virtual, incluyendo el ImmersaDesk, el AUGÉ, los sistemas del pescado tanque de realidad virtual y los sitios de trabajo de gráficos simples. El Immersadesk es una versión a baja escala de la cueva con solamente una sola pantalla de la proyección.

#### **4.4 QoSimoto (*QoS Internet Monitoring Tool*)**

Es una herramienta de realidad virtual para monitorear y visualizar, en tiempo real, el tráfico en las aplicaciones que utilizan el servicio de calidad de servicio en la red y puede hacer en tiempo real una clasificación de niveles, lo cual está siendo probado de acuerdo a la capacidad del tráfico de cada aplicación. Cada flujo de datos se dibuja a través de un eje gráfico. Los valores del parámetro se pueden trazar a la altura, anchura, y al color sobre la línea de tiempo.

##### Requerimientos de sistema

SGI IRIX 6.x

Linux SuSE 6.2 or RedHat 6.0

Windows 98/NT

## Requerimientos de *Software*

OpenGL

CAVELib 2.6+

CAVERN G2 library

## Instalación

El instalador puede ser bajado gratuitamente del sitio de la aplicación en [www.evl.uic.edu/cavern/qosimoto](http://www.evl.uic.edu/cavern/qosimoto), ver y seguir las instrucciones del archivo `leame.txt`.

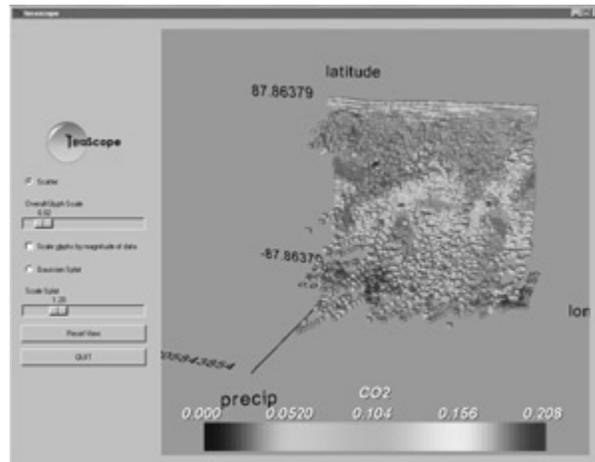
## 4.5 TeraScope

TeraScope es un conjunto de herramientas para la visualización masiva y paralela de datos de aplicaciones que funcionan en redes de alta velocidad. La meta es navegar y visualizar recíprocamente más que un Terabyte de datos sobre cualquier exhibición embalsada de alta resolución o una simple estación de trabajo.

Para TeraScope, EVL (laboratorio de visualización electrónica) está desarrollando nuevos algoritmos y herramientas para consultar y utilizar recíprocamente conjuntos de datos del tamaño del Terabyte.

La interfaz de paso de mensajes (MPI) se utiliza para hacer paralelismo del código de TeraScope para correr sobre *clusters* y para incorporar capacidades de visualización dentro del diseño de la interfaz gráfica de usuario (GUI) en 3D. TeraScope proporciona tuberías paralelas entre el GUI y los conjuntos de datos grandes en los servidores DSTP (protocolo de transferencia de espacio de datos) remotos, y hace paralelismo de las consultas de datos y despliegue de datos.

**Figura 7. Terasnap generado por Terascope**



Un *TeraSnap* generado por TeraScope. La imagen demuestra un diagrama plotado en 3D de la dispersión de la precipitación y de los niveles del CO2 en la tierra. Datos del centro nacional para la investigación atmosférica de Estados Unidos.

Fuente: [www.terascope.edu](http://www.terascope.edu), febrero 2004

La latencia es un factor clave que afecta la interacción del usuario en la consulta, visualización y digitación de datos a nivel de Terabyte. TeraScope incluye una utilidad llamada LamdaRAM, que es una memoria distribuida de cache que utiliza agresivamente el ancho de banda de la red para interbloquear los datos de una aplicación desde un servidor remoto, de tal modo se evita la latencia. EVL está trabajando en una prueba patrón para optimizar LamdaRAM para otros usos.

#### **4.6 TIDE (*Tele-Immersive Data Explorer*)**

El explorador de datos teleinmerso TIDE es un *software* basado en la Caverna, de colaboración, de ambiente inmersivo para realizar consultas y visualizar datos masivos que se almacenan distribuidamente. TIDE está diseñado como un *framework* reutilizable para facilitar la construcción de otros dominios específicos de exploración de datos desafiando el problema de tener que visualizar conjuntos de datos masivos.

Los clientes de TIDE que funcionan en escritorios inmersos en varias cabinas de exhibición colaboran entre sí para consultar y visualizar masivamente grandes conjuntos de datos a través de servidores DSTP remotos.

DSTP es una herramienta de nueva generación de minado de datos para la distribución, investigación, recuperación y consulta de conjuntos de datos para los estudios correlativos.

#### **4.7 Tandem**

Este proyecto intenta apresurar la creación de más usos de colaboración de aplicaciones de realidad virtual CAVE o los dispositivos de exhibición de Immersadesk. TANDEM es un *framework* de interacción distribuida para aplicaciones de colaboración de realidad virtual. Hace uso del CAVELib para la ayuda de la exhibición de la proyección de realidad virtual, y CAVERNsoft para su establecimiento de una red. Su uso estratégico del objeto tecnología como el STL y los patrones de diseño permiten una arquitectura que explota los patrones existentes de colaboración en Realidad Virtual.

Este *framework* permite a los desarrolladores de realidad virtual pasar más tiempo desarrollando el contenido de las aplicaciones y menos tiempo en la realización de requisitos genéricos.

TANDEM proporciona un punto de partida para los requisitos básicos de los usos de realidad virtual, pone énfasis en el diseño orientado a objetos y se aprovecha de las características de lenguajes avanzados que aparecen en el estándar C++. Requiere la ayuda completa de la plantilla y por esta razón es actualmente disponible solamente para la plataforma del SGI IRIX 6.5.3.

La arquitectura de TANDEM también pone un fuerte énfasis en el uso de los patrones de diseño tanto para la documentación del *framework* como para resolver los problemas claves de diseño.

TANDEM está diseñado para realidad virtual de colaboración, por lo tanto mucho de su diseño fue hecho con los ambientes de computación distribuidos. Por lo tanto muchos de sus componentes son depurables por secuencia y/o se engranan para la interacción con acontecimientos de la red. TANDEM utiliza actualmente los servicios de CavernSoft para permitir su módulo del establecimiento de una red con su propia capa de TcNetCav.

La versión 1.0 de TANDEM está lista, y tiene los siguientes requerimientos:

Plataforma: IRIX 6.4+

Software:   CAVELib 2.6+,  
              Peformer 2.2+,  
              CAVERNSoft.

## 4.8 CAVERN

Para definir lo que es CAVERN, primero se tiene que definir lo que es CAVE (*Computer Assisted Virtual Environment*) que en sí es un ambiente virtual asistido por computadora, el ambiente virtual utiliza componentes informáticos y electrónico computacionales para crear un mundo que aparenta ser real.

CAVERN (*Computer-Assisted Virtual Environment Research Network*) es la red de investigación de ambientes virtuales asistidos por computadora, es una red de investigación que forma parte del NGI (*Next Generation Internet*) o Internet 2 como se le conoce en la actualidad, en la que se estudian los ambientes virtuales asistidos por computadora.

CAVERN, la red de la investigación de CAVE, es una alianza de instituciones comerciales y de investigación equipadas con los ImmersaDesks de CAVE, y de recursos de computación de alto rendimiento interconectados todo por las redes de alta velocidad para apoyar la colaboración en diseño, entrenamiento, visualización científica, y el manejo de equipo de cómputo en realidad virtual.

CAVERNsoft es la arquitectura de colaboración común del *software* para CAVE. La meta de este proyecto es desarrollar la infraestructura de colaboración de una red de nueva generación capaz de sostener ambientes virtuales de colaboración y persistentes. La ayuda del establecimiento de una red es proporcionada por Globus del laboratorio de Argonne.

CAVERNsoft utiliza almacenes distribuidos de datos para manejar la amplia gama de volúmenes de datos (desde algunos bytes hasta varios Terabytes) que son típicamente necesarios para sostener ambientes virtuales de colaboración.

Las interfaces múltiples del establecimiento de una red ayudan en la parametrización, latencia, la consistencia de los datos, y la escalabilidad que son necesarios para soportar un amplio margen de los requisitos del establecimiento de una red de este tipo. Estas diferentes bases de datos, así como la construcción de la red son características que generalmente no eran utilizadas por los sistemas de realidad virtual anteriores pero que ahora son muy comunes en ambientes virtuales de inmersión en tiempo real.

Así como las técnicas de inmersión en un ambiente virtual de tiempo real van cambiando, así van cambiando el *software* utilizado para esto, la última versión de *software* utilizado en CAVE (CAVERNsoft) ya está en uso en las aplicaciones actuales, una rápida vista a este nuevo *software* indica que CAVERNsoft G2 (*Generation 2*) es una caja de herramientas para la colaboración en teleinmersión de alto rendimiento.

CAVERNsoft G2 es una caja de herramientas de código abierto de C++ ready2ware para la colaboración en la construcción de redes de aplicaciones de alto rendimiento. La fuerza principal de CAVERNsoft consiste en proveer las capacidades de establecimiento de una red para apoyar usos de colaboración de aplicaciones de alto rendimiento de procesamiento. Además CAVERNsoft proporciona los módulos necesarios para acelerar la construcción de aplicaciones de teleinmersión (o realidad virtual de colaboración).

## Capacidades de CAVERNsoft G2.

En una red de pequeño a mediano rendimiento

- Soporta TCP, UDP, *multicast*, http.
- Reflectores UDP y puentes *multicast*.
- Reflector TCP.
- Llamadas a procedimientos remotos.
- Archivos de E/S de 32 y 64 bits.
- Bases de datos cliente/servidor.
- *Sockets* paralelos de TCP.
- Conversión de datos con plataforma cruzada.
- Clases de exclusión mutua y de varios hilos.
- Capacidades de monitoreo del funcionamiento de la red.

Estas capacidades trabajan a través del SGI, Linux, Solaris y las plataformas Win32 (Windows 9x, NT, 2000, XP).

En una red de alto rendimiento

- *Audio Streaming*.
- Clases básicas del avatar sin los gráficos.
- Avatars articulados.
- Detección de colisiones y de navegación.
- Menús del rendimiento.
- Selección y movimiento.
- NetDCS.
- Interfaz de colaboración.
- *Framework* para conjuntos de datos animados.
- *Framework* colaborativo para la construcción de otras aplicaciones colaborativas.
- Sistema de coordenadas manipulable para la transformación de programación.

Estos módulos se diseñan principalmente para las computadoras SGI. Utilizan las librerías de CAVE y el IRIS *performer*.



## **5. CONSTRUCCIÓN DE UN AMBIENTE FÍSICO PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE TELEINMERSIÓN EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA USAC**

### **5.1 Descripción del ambiente físico de teleinmersión**

Una de las finalidades de la teleinmersión es introducir al participante virtualmente en un ambiente físico real, con calidad de servicio para audio y video, y en tiempo real, es así que el principal requerimiento de una aplicación de desarrollo de colaboración de teleinmersión es un ambiente físico, por lo que uno de los principales objetivos al iniciar un proyecto de teleinmersión debe ser diseñar un sistema, y construir, elaborar o adquirir el *hardware* y el *software* requerido para el uso compartido de laboratorios de propósito docente entre instituciones distantes, utilizando la red Internet 2 como medio de comunicación entre las instituciones participantes, básicamente el ambiente físico puede ser un cubículo de teleinmersión, un laboratorio virtual o un escritorio de teleinmersión.

**Figura 8. Diagrama de experimento en Internet 2**



Fuente: <http://www.ati.es/novatica/1997/127/intdos.html>, febrero 2004

Las especificaciones de diseño de cada uno de los elementos que se presentan en la figura anterior son las siguientes:

- El laboratorio virtual (LV)

Sistema físico que permite realizar experimentos (Física, Química, Circuitos Eléctricos, Medicina, etc.), controlable y observable por usuarios con conectividad a la red Internet 2.

El manejo de elementos se realiza mediante una computadora dedicada a ello, en tiempo real.

El *software* de la computadora permite recibir mandos desde Internet 2 y enviar mediciones a Internet 2,

La administración del uso del LV es automatizada

- La estación de conducción del experimento (CE)

Sistema computacional que permite planear y realizar experimentos en el LV o la conducción del experimento implica:

- Configurar la instalación experimental
- Realizar acciones sobre la instalación experimental
- Medir y registrar variables y parámetros
- Observar (audio y video) el desarrollo del experimento
- Conducir tareas de instrucción en torno al experimento

El software permite enviar y recibir señales de mando y mediciones a través de Internet 2.

La estación permite la administración del LV.

- La estación de observación del experimento (OE).

Sistema que permite observar experimentos en el LV y mantener comunicación estable de video y voz con CE.

La observación del experimento implica:

- Medir y registrar variables y parámetros
- Observar (audio y video) el desarrollo del experimento
- Aprender del experimento bajo la dirección de CE

Permite recibir señales de mediciones en LV a través de Internet 2.

La estación permite la administración de la participación (en calidad de observadores) en experimentos programados por los CE.

La construcción de un laboratorio virtual es complicada debido a que los laboratorios virtuales que existen se refieren por lo regular al manejo a distancia de equipos de alta complejidad tecnológica y por tanto de alto costo; en la mayoría de los casos estos laboratorios virtuales están encaminados a ser utilizados en actividades científicas más que docentes, o en el otro extremo, a la capacitación en el funcionamiento de equipos que ofrecen empresas de alta tecnología.

En el campo docente lo que ha sido más frecuente es el uso de los sistemas gráficos (especialmente las animaciones en 3D) para crear ambientes virtuales que recrean el medio físico real y la construcción de cubículos de teleinmersión que utilizan estos sistemas gráficos.

## 5.2 Requerimientos

Para el desarrollo del proyecto de educación a distancia se pueden enumerar los siguientes requerimientos (según tecnología actual) para la construcción de su ambiente físico.

### Generales

Calidad de servicio de audio.

Calidad de servicio de video.

Red avanzada con gran ancho de banda.

Poca latencia.

Independencia de la red comercial.

Que permita el *multicast* (no implementado actualmente en Internet).

Tecnología de red escalable.

Tecnología de red administrable.

Soporte para el sistema operativo anfitrión.

## Específicos

En teleinmersión, donde la tecnología y la invención creativa convergen, se encuentra la realidad virtual, o VR (*Virtual Reality*). Los lentes cascos, guantes especiales e interfaces humanas intentan colocarlo todo dentro de una experiencia parecida a la vida misma, es decir sumergirse en un ambiente virtual e interactuar dentro de él.

La realidad virtual requiere de grandes recursos de computación para ser realista. En ella, su ciberespacio está hecho de miles de objetos geométricos dibujados en un espacio tridimensional: entre más objetos y más puntos describan los objetos, mayor será la resolución y su visión será más realista. A medida que se mueve, cada movimiento o acción requiere que la computadora recalculé su posición, ángulo, tamaño y forma de todos los objetos que conforman su visión, y muchos cientos de cálculos deben hacerse a una velocidad de 300 veces por segundo para que parezca fluida. La mayoría de los actuales programas de diseño asistidos por computadora (CAD) ofrecen capacidades de tercera dimensión; muchos incluso proporcionan facilidades para crear recorridos en formato de película digital. La realidad virtual es una extensión de multimedia que utiliza los elementos básicos de esta década, como imágenes, sonido y animación con calidad de servicio (QoS). Puesto que requiere de retroalimentación por medio de cables conectados a una persona o de sensores de movimientos, la realidad virtual es tal vez multimedia interactiva en su máxima expresión.

### Acerca del equipo de administración del sistema

- La computadora MPC (multimedia PC) no es una unidad de equipo en sí misma, sino más bien un estándar que incluye las especificaciones mínimas para hacer de una computadora basada en microprocesadores Intel una computadora multimedia.

CPU. Requerimiento mínimo: microprocesador a 2.0Ghz.

RAM. Requerimiento mínimo: 1024 MB de RAM.

Requerimientos de almacenamiento magnético: disco duro de 100 GB o más.

Requerimientos de almacenamiento óptico: unidad de CD-ROM capaz de mantener una velocidad de transferencia de 800 Kbps. No debe utilizar más del 40% de ancho de banda del CPU cuando mantenga una velocidad de transferencia de 400 Kbps.

Debe permitir sesiones múltiples. Incluirá un controlador MSCDEX 2.2 o equivalente para implementar un API (interfase para desarrollo de aplicaciones) extendida para audio. Se sugiere que el requerimiento y recomendación de utilización de la CPU se logre leyendo bloques de una tamaño menor de 64 K y con un tiempo de anticipación (*lead time*) que no sea mayor que el necesario para cargar el *buffer* del CD-ROM con la lectura de bloque de datos.

Requerimientos de audio: convertidor digital a analógico (*Digital to Analog Converter*, DAC) con: muestreo lineal PCM; DMA o FIFO con transferencia por *buffer* y con interrupción cuando el *buffer* esté vacío. Convertidor analógico a digital (*Analog to digital Converter*, ADC) con: muestreo lineal PCM, entrada de micrófono. Sintetizador interno con capacidades para voces múltiples, timbres múltiples, notas de diez y seis melodías simultáneas más dos notas de percusión también simultáneas. Capacidades de mezcla interna para combinar señales de tres fuentes (se recomiendan cuatro) y enviar la salida como señal estéreo a nivel de audio en el panel trasero.

Requerimientos de video: monitor de color con resolución de 1024x768 con 65.536 colores. La meta de desempeño recomendada para los adaptadores SVGA es que sean capaces de transferir bloques de 1, 4 y 8 bits por píxel DIB (mapa de bits independientes del dispositivo).

Requerimientos de entrada del usuario: un teclado estándar tipo IBM de 101 teclas con conector DIN, o uno que ofrezca la misma funcionalidad empleando combinaciones de teclas. Un ratón de dos botones con conector USB o al bus y que quede al menos tres puertos de comunicación libres.

- Cabina de teleinmersión

En esencia la teleinmersión busca introducir virtualmente a uno o más participantes en un ambiente colaborativo, sea este virtual o puramente físico, en cualquiera de los dos casos siempre es necesario contar con una cabina o laboratorio de teleinmersión en donde el usuario por medio de dispositivos electrónicos pueda acceder a este ambiente colaborativo.

Como requerimientos de esta cabina, escritorio o laboratorio de inmersión se puede mencionar:

- Cuarto de control.
- Paredes del cuarto equipadas con reflectores y con sensores de auto reordenamiento.
- Mecanismo de video (proyectores).
- Mecanismo de audio.
- Conexión de alta velocidad capaz de conectar el cubículo con otros cubículos para formar el ambiente colaborativo.
- Ambiente totalmente controlado.
- Herramientas multiusos para el uso de los usuarios del ambiente colaborativo.

### 5.3 Construcción de un cubículo de teleinmersión

El construir un cubículo de teleinmersión no es algo sencillo, pero primero lo primero, que es lo que se necesita para construir un cubículo de tele inmersión.

A continuación se presenta una lista de lo que se necesita para construirlo:

- Lentes estereofónicos de LCD.
- Control de seguimiento manual con sensores electromagnéticos.
- PC Multimedia (cuarto de control).
- 2 Proyectoras digitales de datos.
- Paredes interactivas sensibles al tacto.
- Sensores de posicionamiento y de rastreo.
- Audio tridimensional.
- Factores humanos.

#### **Lentes estereofónicos**

Los lentes estereofónicos de despliegue de cristal líquido (*Liquid Crystal Display- LCD*) tienen la apariencia de un par de anteojos. Un foto sensor es montado en estos anteojos de LCD con el único propósito de leer una señal de la computadora. Esta señal le dice a los anteojos de LCD si le permite al lente pasar luz del lado izquierdo o derecho del lente. Cuando a la luz se le permitió pasar a través del lente izquierdo, la pantalla de la computadora mostrará el lado izquierdo de la escena, lo cual corresponde a lo que el usuario verá a través de su ojo izquierdo. Cuando la luz pasa a través del lente derecho, la escena en la pantalla de la computadora es una versión ligeramente deslizada hacia la derecha. Los anteojos se conmutan de uno al otro lente a 60 Hertz, lo cual causa que el usuario perciba una vista tridimensional continua vía el mecanismo de paralaje.

Los lentes de LCD resplandecientes son ligeros y sin cables. Estas dos características los hacen fácil de usar. El uso de estos lentes no proporciona un efecto de inmersión, pero permite ver el ambiente de colaboración.

### **Control de seguimiento manual con sensores electromagnéticos**

El sistema de seguimiento manual con sensores electromagnéticos correlaciona el movimiento de los instrumentos físicos a las imágenes. Los sensores electromagnéticos entregan información sobre la posición en las imágenes mostradas en el monitor. Un sensor es colocado en el instrumento. En este sistema se registran los datos acerca de las acciones realizadas por el usuario con respecto a las herramientas del ambiente colaborativo, los sensores electromagnéticos adosados al instrumental y al usuario son registrados para mostrar la posición de la punta del instrumento con respecto a las imágenes del ambiente colaborativo.

### **PC Multimedia para el cuarto de control**

Computadora encargada de almacenar y reproducir en una aplicación para computadora, los movimientos y las tareas realizadas dentro del ambiente colaborativo, tiene una gran capacidad de reproducción de gráficos tridimensionales y además cuenta con las interfaces necesarias para su comunicación con los dispositivos del Cubículo de teleinmersión.

### **Proyector digital de datos**

El proyector digital de datos debe de proyectar imágenes estereoscópicas generadas por el sistema de control gráfico de altas prestaciones.

La utilización de estereóscopio pasivo, con gafas cómodas y sencillas de utilizar, permite obtener una calidad muy elevada de las imágenes, al mismo tiempo que permite la visualización del ambiente colaborativo al cual esté conectado.

Entre las características que tiene que tener el proyector digital están:

Presentación de imágenes de muy alta resolución (unos 2.000 píxeles de resolución horizontal).

Reducción al máximo de la cantidad de *hardware* que tiene que llevar el usuario para poder visualizar los ambientes colaborativos.

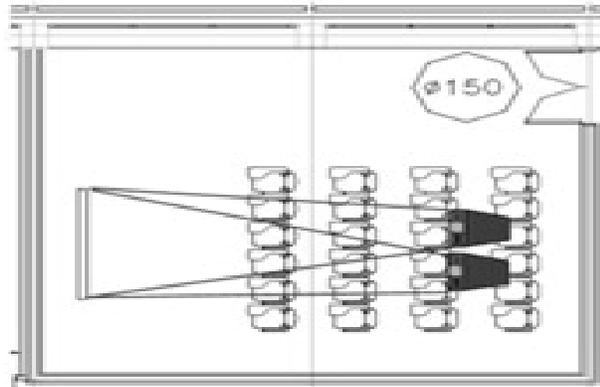
Reducción de la distorsión geométrica, saltos de la imagen por problemas de velocidad de muestreo, fatiga visual y otros problemas asociados a los HMD (*Head-Mounted Displays*).

Visualización de modelos de interior de carros, aviones, edificios, etc. a escala real.

Sistema de estereóscopio pasivo mediante gafas polarizadas.

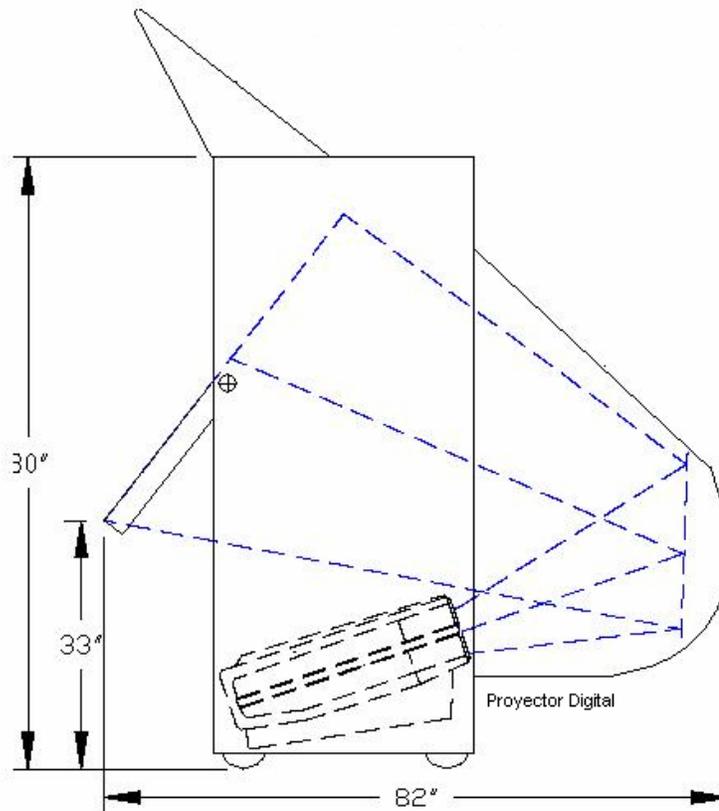
1280 x 1024 píxeles de resolución máxima por proyector

**Figura 9. Diagrama del cubículo de teleinmersión**



Fuente: <http://www.ati.es/novatica/1997/127/intdos.html>, febrero 2004

**Figura 10. Diagrama de proyector digital**



Fuente: <http://www.ati.es/novatica/1997/127/intdos.html>, febrero 2004

### **Pared interactiva sensible al tacto**

Las paredes sensibles al tacto están bastante relacionadas con los proyectores digitales, ya que son éstos los que envían la información a las paredes las cuales cuentan con dispositivos sensibles al tacto o en este caso la simulación del tacto con lo cual se pueden realizar diversas funciones que van desde cambiar la hora en el reloj de pared del ambiente colaborativo, hasta realizar alguna medición en algún dispositivo colocado en la pared interactiva. Estas paredes virtuales son en sí las interfaces con otros cubículos de teleinmersión, ya que a través de ellas es que se conectan visualmente los usuarios del ambiente colaborativo.

### **Sensor de posicionamiento y de rastreo**

El grupo de sistemas sensores dispone de un sistema de posicionamiento de 3 ejes de gran precisión controlado por un PLC. Este sistema permite realizar medidas, esencialmente de los movimientos del usuario del cubículo de teleinmersión dentro del ambiente controlado, en tres dimensiones con gran repetibilidad.

El entorno es similar a un sistema de control posicionamiento, junto con un osciloscopio y un generador de señal que permita sistematizar las medidas en 3D y que permita almacenar la información de todo el rastreo del ambiente colaborativo.

### **Audio tridimensional**

La principal área de investigación en audio es la simulación del sonido original. Ha sido demostrado que usar sonido para proporcionar información alternativa o suplementaria a un usuario de computadora puede grandemente aumentar la cantidad de información que ellos pueden ingerir. Esto no es menos verdadero en el mundo virtual. Adicional a una salida visual, un mundo completo virtual debe incorporar un campo de sonido tridimensional que refleje las condiciones modeladas en el ambiente virtual.

Este campo de sonido tiene que reaccionar a paredes, fuentes múltiples de sonidos, y ruido de fondo así como la ausencia de ellos. Esto requiere una potencia y una velocidad computacional muy grande ya que el escuchar es un sistema complejo el cual usa la forma del oído exterior y retardos de microsegundos en el arribo del sonido a los dos oídos para determinar la posición y la ubicación de la fuente del sonido. Para simular un ambiente de sonido virtual, una computadora debe primero determinar la posición de la fuente relativa al oyente. También debe calcular los efectos del ambiente. Por ejemplo, para simular un eco debido a una pared, la computadora debe primero determinar la ubicación relativa de la fuente al sujeto y la pared, entonces colocar otra fuente de sonido a la distancia y ubicación apropiada en el lado opuesto de la pared.

El sonido estereofónico logra que el sonido parezca como si viniera de cualquier parte de entre las dos bocinas. Esto es realizado retrasando las señales entre las dos bocinas por unos pocos microsegundos. Mientras más pequeño es el retardo, la fuente parece estar localizada más cercana al centro.

### **Factores Humanos**

Existen diversos factores que hace de los ambientes virtuales un lugar no muy seguro para trabajar. Estos incluyen factores de salud tales como vértigo por el resplandor el cual puede inducir un ataque, daño auditorio y del oído interno causado por el audio de alto volumen, movimientos prolongados repetitivos los cuales causan heridas por el sobre uso (por ejemplo, el síndrome del túnel carpiano) y daños de la cabeza, del cuello o de la espina vertebral debido al peso o a la posición de los HMDs. Los factores de seguridad también necesitan ser considerados.

Por ejemplo, cuando la visión de un usuario está restringida por un HMD, es probable que el usuario se tropiece al caminar sobre cables u otros objetos reales. También, ¿qué tan seguro es que el usuario esté libre de daño cuando el sistema falla? Las manos y los brazos pudieran ser pinchados o sobre extendidos si un dispositivo de retroalimentación óptica falla; el usuario pudiera ser desorientado o dañado si la computadora falla y repentinamente manda al usuario a la realidad, interrumpiendo el sentido de presencia.

## CONCLUSIONES

1. Internet 2 es una red de alta velocidad (mil veces la velocidad actual) con garantía de calidad de servicio, está separada de la red Internet comercial actual y su principal objetivo es desarrollar aplicaciones telemáticas que faciliten las misiones de investigación y educación de las universidades participantes.
2. Las universidades son el principal elemento de Internet 2 debido a las tecnologías de intercomunicación que poseen, tienen el talento necesario para ponerlas en práctica y es donde reside el mayor nivel de pericia en redes de computadoras a nivel mundial, además de contar con usuarios especializados en diversas disciplinas.
3. El sector académico es el idóneo para el uso de Internet 2 puesto que es el menos sensible a las presiones comerciales.
4. Internet 2 no reemplazará al actual Internet, debido a que es una red de investigación conjunta entre universidades a nivel mundial y a través de la cual se permite el intercambio de altos volúmenes de datos y no tiene un fin comercial.
5. Aún no es posible imaginar todas las posibles aplicaciones que pueden aparecer con Internet 2, pero actualmente se trabaja en teleinmersión, telemedicina, bibliotecas digitales, ambientes de colaboración, etc.
6. La teleinmersión permite a usuarios en sitios geográficamente distantes poder colaborar en tiempo real en ambientes compartidos simulados o físicos como si estuviera presentes en el mismo espacio.

7. La teleinmersión es un sistema que une informática, video en tres dimensiones, robótica y realidad virtual, y permite a las personas establecer una comunicación con otras personas distantes como si estuvieran compartiendo el mismo espacio físico.
8. La teleinmersión no es realidad virtual, más bien se vale de ésta para conectar usuarios en lugares con diferentes ubicaciones físicas y reunirlos en un ambiente físico o virtual colaborativo.
9. La creación de un laboratorio virtual dentro del campus de la USAC es factible a mediano plazo debido a que ya se cuenta con muchos de los requerimientos.

## **RECOMENDACIONES**

1. Buscar en apoyo gubernamental o empresarial sin ánimo de lucro para la adquisición del equipo y capacitación del personal encargado de participar en el proyecto de Internet 2 para Guatemala.
2. Fomentar el apoyo al proyecto de Internet 2 a nivel nacional iniciado por las universidades, siendo estas las encargadas de promover el desarrollo del proyecto y/o sus posibles aplicaciones.
3. Que la Universidad de San Carlos incluya este proyecto a nivel educacional dentro de los contenidos de estudios de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Ciencias y Sistemas.
4. Aprovechar la infraestructura ya existente como la red interuniversitaria para promover nuevos proyectos de desarrollo interno.
5. Promover la participación de más entidades académicas y de investigación en la red nacional ya existente (RAGIE).

## BIBLIOGRAFIA

- <http://www.cesga.es/ca/Teleensino/te/te-teleinmersion.html>  
Tecnologías emergentes en *e-learning*: teleinmersión  
Febrero, 2004.
- [http://www.reacciun2.edu.ve/view/seminario\\_reacciun\\_conclusiones.php](http://www.reacciun2.edu.ve/view/seminario_reacciun_conclusiones.php)  
Tecnologías en Internet  
Febrero, 2004.
- <http://www.isocmex.org.mx/aplica.html>  
Sociedad de Internet, capítulo México  
Febrero, 2004.
- <http://telematica.cicese.mx/internetII/cudi/sld001.htm>  
Internet 2, reto y oportunidad  
Febrero, 2004.
- <http://www.internet2.edu/>  
Sitio oficial, Internet 2  
Febrero, 2004.
- <http://www.coit.es/publicac/publbit/bit107/rinconin.htm>  
Internet 2 ¿Red del futuro?  
Febrero, 2004

- <http://www.ati.es/novatica/1997/127/intdos.html>  
Internet 2 o la próxima generación de Internet  
Febrero, 2004
- [http://netlab.indiana.edu/i2\\_voip\\_working\\_group/](http://netlab.indiana.edu/i2_voip_working_group/)  
Voz sobre IP  
Febrero, 2004
- [www.internet2.edu.mx](http://www.internet2.edu.mx)  
CUDI, Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet  
Febrero, 2004
- [www.ampath.fiu.edu](http://www.ampath.fiu.edu)  
*The AmericasPATH Network.htm*  
Febrero, 2004
- <http://www.evl.uic.edu>  
Sitio oficial EVL  
Febrero, 2004
- <http://geopad.org/>  
*The geopad proyect*  
Febrero, 2004