

Internet 2: las comunicaciones avanzadas al servicio de la colaboración, la educación y la investigación

Mercé Gisbert Cervera

Universidad Rovira y Virgili

mgc@correu.urv.es

Robert Rallo Moya

Universidad Rovira y Virgili

rrallo@etse.urv.es

1. ¿QUÉ HA PASADO Y QUÉ ES INTERNET?

En nuestro país, Internet llegó a mediados del año 1990 de la mano del Proyecto IRIS, gestionado por Fundesco y actualmente corre a cargo de RedIRIS [<http://www.rediris.es>], un organismo dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Los primeros centros conectados fueron Fundesco, el Departamento de Ingeniería Telemática de la Universidad Politécnica de Madrid, el Centro de Informática Científica de Andalucía y el CIEMAT. Inmediatamente fueron incorporándose universidades y centros de investigación. RedIRIS se hacía cargo de los gastos de la línea y el equipamiento para conectar la red local de la institución al nodo central en Madrid. Con estas condiciones tan favorables, el crecimiento de Internet en los ámbitos académicos fue espectacular. Del mismo modo, algunos años después, la iniciativa Infovía de Telefónica, esto es, la posibilidad de que los usuarios finales pudieran conectarse a Internet desde cualquier teléfono nacional a precio de llamada local, si su proveedor de conectividad se abonaba

a este servicio de la Telefónica, hizo crecer el número de proveedores privados y también, evidentemente, el número de usuarios de la red.

El precio de las llamadas telefónicas siempre se ha considerado en nuestro país el principal obstáculo al crecimiento de la red y la posibilidad de tener tarifas planas, a precios realmente competitivos, continúa siendo un tema de actualidad sin una verdadera solución.

Como veremos en los apartados siguientes, España no es uno de los países más desarrollados en cuanto a implantación y uso de INTERNET aunque sí que es verdad que las diferentes Administraciones públicas estatales y regionales han favorecido la incorporación de las redes telemáticas a todo el sistema educativo a través de proyectos institucionales como: INFOVILLE [<http://www.infoville.net>], ARGO y EDUCALIA [<http://www.xtec.es>].

Los proyectos de Internet2 nacen una vez existe una masa crítica de usuarios suficiente con la voluntad de generar espacios telemáticos especializados y que permiten acceder a las comunicaciones y a la información a través de redes con mucho ancho de banda, o sea, redes que permiten el paso de mucha más información y de más calidad de manera simultánea.

1.1. Internet en cifras

Antes de abordar de manera específica el tema de INTERNET2 creemos que es interesante tener una noción de cuánta gente usa INTERNET para poder comprender por qué se generan proyectos como el de INTERNET2.

Si analizamos las tendencias de crecimiento del número de máquinas conectadas a INTERNET durante la última década nos encontramos ante un crecimiento exponencial como el que se presenta en el siguiente gráfico.

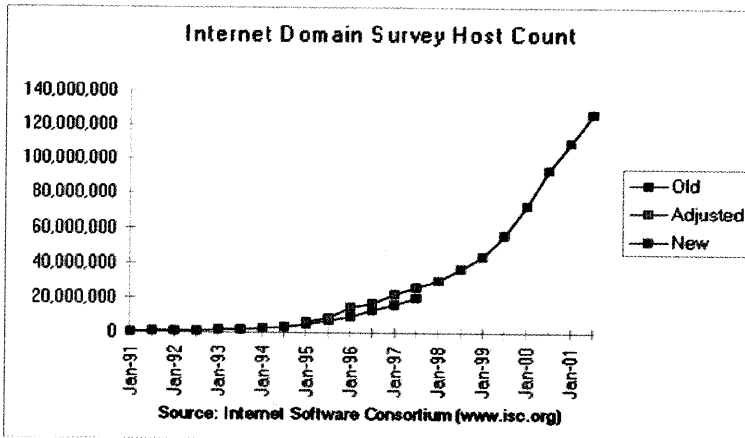


Fig. 1. Crecimiento exponencial del número de ordenadores conectados a Internet (91 -01)

Una de las principales preocupaciones de los creadores de INTERNET fue la saturación del espacio de direcciones. Podemos llegar a una situación en la que se agoten las posibles direcciones.

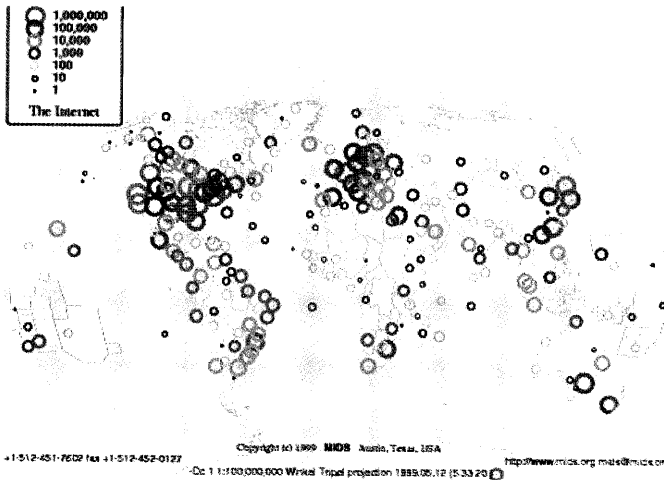


Fig. 2. Internet en Enero del 2001. El tamaño de los círculos indican "densidad de ordenadores conectados a la red"

¿Cuál es la solución para este problema? La respuesta obvia parece ser aumentar el tamaño de los bloques asociados a las direcciones IP. En lugar de usar 4 bytes (cuatro grupos con valores comprendidos entre 0 y 255), usar etiquetas más largas, por ejemplo de 32 bytes. Esta solución que parece trivial resulta que en realidad no lo es tanto. El cambio en el tamaño de las direcciones IP conlleva dos consecuencias básicas de vital importancia. Por un lado, el rediseño del protocolo IP (pasando del actual IPv4 a IPv6). Por otro, dado que INTERNET está formada por millones de nodos, resulta actualmente imposible “parar” durante un cierto tiempo INTERNET para actualizar el protocolo, por tanto debe garantizarse la interoperabilidad entre ambas versiones de IP.

Otro de los problemas a los que se enfrenta INTERNET es la denominada “cibersaturación”. A medida que crece el número de usuarios de Internet aumenta también el tráfico generado y por tanto el consumo de ancho de banda. Esto significa que cada vez es más frecuente encontrarnos con “ciberatascos” en las autopistas de la Información

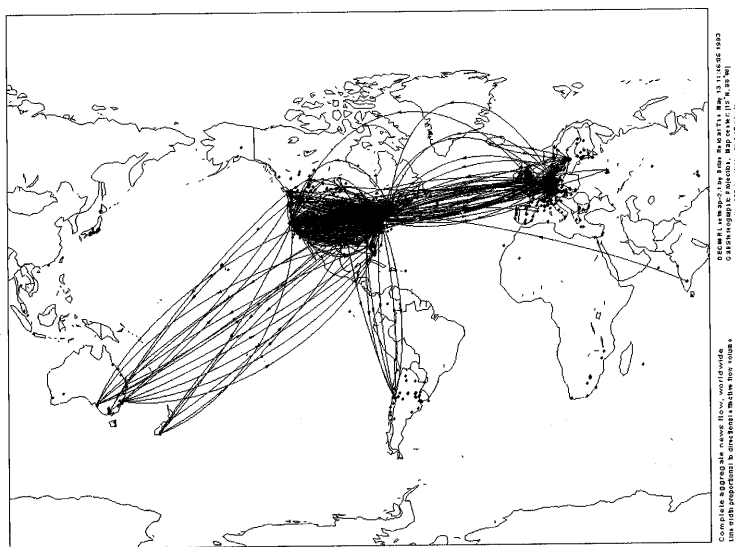


Fig 3. Densidad de tráfico generado por el intercambio de noticias en los grupos de USENET

La figura anterior muestra el impacto que tienen sobre la ocupación del ancho de banda disponible servicios aparentemente “inofensivos” como es el

caso del intercambio de información en los grupos de News (noticias en la red). Dada la naturaleza replicada de este tipo de servicios vemos que el envío de un mensaje a un grupo de noticias es replicado en todo el conjunto de servidores que forman USENET. Es importante destacar en el gráfico anterior el volumen de tráfico entre EEUU y Europa. Veremos que esta situación se repite también para otros protocolos.

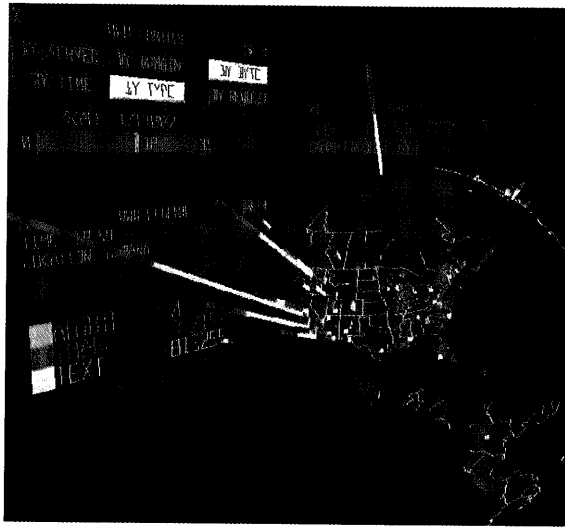


Fig. 4. Vista en 3D del tráfico generado por el protocolo HTTP (web)

Como muestra la figura anterior, protocolos “más ricos” en contenido multimedia como el HTTP generan patrones de tráfico similares a los observados anteriormente para otros protocolos más simples.

Otra de las características destacables de INTERNET, aunque no directamente ligada al consumo de recursos, es la facilidad de monitorización de las actividades del usuario. En este sentido INTERNET ofrece un campo de estudio y análisis amplio de los hábitos y tendencias de sus usuarios. Veamos algunas cifras:

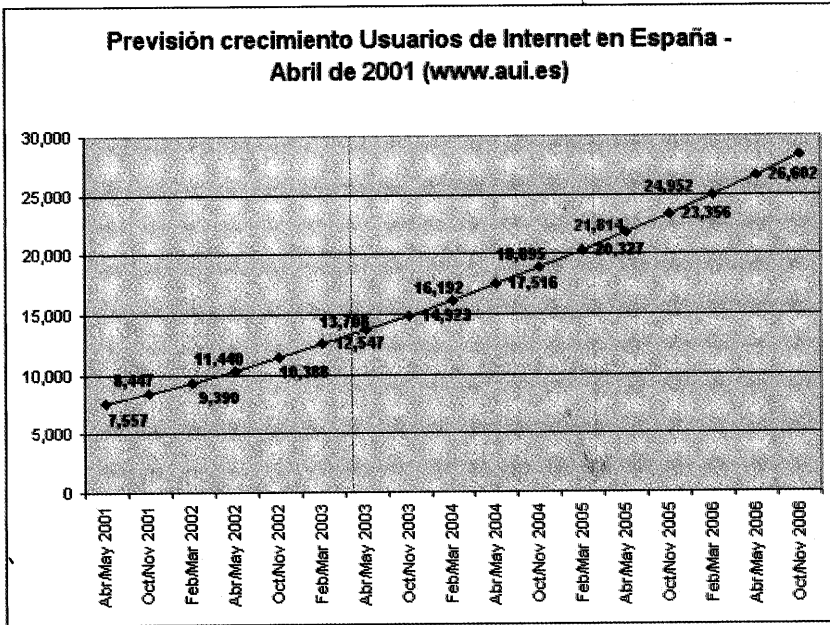


Fig. 5. Evolución del número de usuarios de la red en España

Como muestra el gráfico anterior, la evolución del número de usuarios crece a un ritmo constante, estimándose que en el 2006 se rondará, en España, los 30 millones, mientras que las estadísticas globales dicen que en el 2005 en el mundo habrá 350 millones de usuarios [http://www.internet2.edu-02-11-02] conectados a la red. Si la tendencia se mantiene quiere decir que los usuarios de nuestro país escasamente supondrán el 10 % de la comunidad mundial en la red

Como era de esperar, la mayor parte de los usuarios se encuentran concentrados principalmente en 3 focos: Estados Unidos, Europa y Asia, siendo aún minoritario el uso de Internet en otras zonas del planeta.

Respecto al tiempo total de conexión, la mayoría de usuarios (34%) pasan conectados a Internet entre 20 y 30 horas semanales.

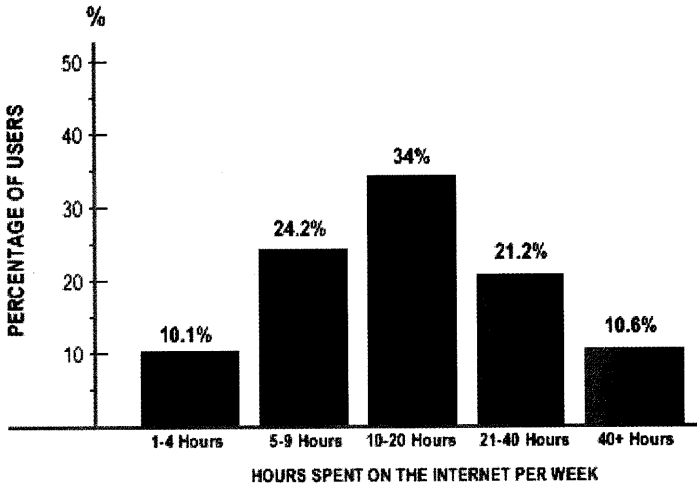


Fig. 6. Tiempo promedio de conexión semanal

También podemos valorar el uso comercial que se hace de INTERNET. En este sentido podemos analizar los sectores de mayor actividad comercial, así como el dinero que mueven estas transacciones electrónicas. El gráfico siguiente muestra, como ejemplo, los billones de dólares que van a circular en los EE.UU. a través del comercio electrónico.

US ECOMMERCE 1998 - 2003

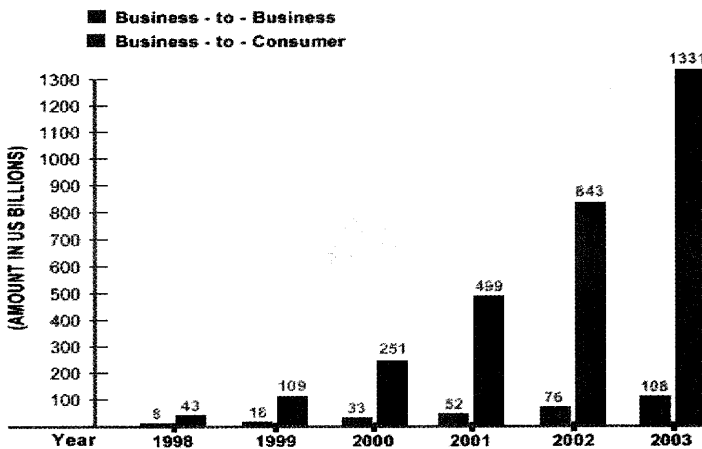


Fig. 7. Billones de dólares que van a circular en EE.UU. a través del comercio-e

¿Cuál es la evolución del número de usuarios en España? Podemos analizarlo en el siguiente gráfico y veremos de qué modo se acentúa éste desde finales del 99.

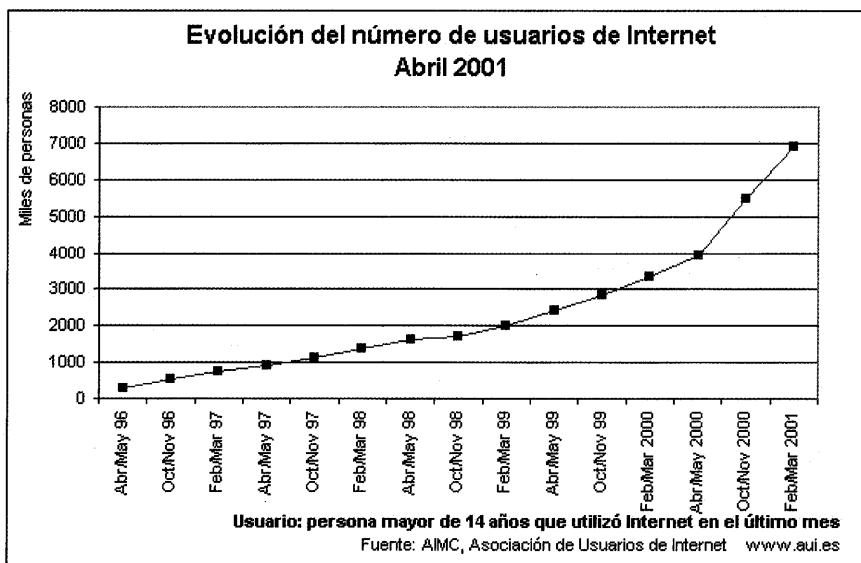


Fig. 8. Evolución del número de usuarios de Internet en España

¿A qué tipo de servidores acceden los usuarios españoles con más frecuencia? Principalmente a portales y a buscadores seguidos a bastante distancia por los diarios.

Básicamente, la gente busca acceder a la información que hay en la red, tanto la periodística como la especializada, hecho que podemos observar en el gráfico que acabamos de presentar.

Una vez hecho este pequeño recorrido por la realidad de la red hoy, pasamos a analizar qué es y qué nos aporta Internet2.

2. ¿QUÉ ES INTERNET2?

Internet2 es un consorcio de investigación y desarrollo que nace y se desarrolla en USA aglutinando a 190 Universidades, 70 Industrias y 40 organizaciones de la Administración Pública (organismos oficiales y laboratorios de investigación) que tienen como principal objetivo el diseño y desarrollo de la INTERNET del mañana. Dado que, como se ha visto a través de los datos anteriores, INTERNET ha evolucionado desde una red meramente académica y de investigación a una red comercial, con el proyecto INTERNET2 se pretende recuperar el espíritu de la INTERNET de antaño. En este sentido podemos decir que el objetivo fundamental de Internet2 es *el diseño y desarrollo de nuevas aplicaciones y tecnologías de red con el objetivo de crear la infraestructura de comunicaciones de altas prestaciones del futuro.*

Los principales resultados esperados del proyecto son:

- a. Creación de una **infraestructura avanzada de comunicaciones** para la investigación y la experimentación.
- b. Creación de nuevas aplicaciones.
- c. **Transferencia de la tecnología** desarrollada a la Internet "comercial".

AYER	HOY	MAÑANA
Miles de usuarios	Millones de usuarios	Billones de usuarios y dispositivos
Conexión remota, transferencia de ficheros.	Web, correo-e, audio y vídeo de baja calidad	Convergencia de las aplicaciones actuales y la multimedia (voz sobre IP, video-conferencia, HDTV)
Interconexión de grandes ordenadores.	Interconexión de ordenadores personales y servidores.	Interconexión de ordenadores personales, servidores y dispositivos de mano.
Las aplicaciones capitalizan la tecnología subyacente	Las aplicaciones se adaptan a las tecnologías disponibles	Las nuevas tecnologías de red permitirán nuevos tipos de aplicaciones

Tabla 1. Evolución de las características de INTERNET

2.1. ¿Por qué aparece Internet2?

Desde un principio Internet no estaba diseñada para soportar millones de usuarios como tiene la Internet actual. Su concepción y diseño se habían focalizado en redes “pequeñas” para dar servicio a la comunidad científica o a lo sumo para soportar aplicaciones militares que en ningún caso alojarían a cantidades tan grandes de usuarios. Uno de los principales problemas (como ya se ha comentado en anteriores apartados) que conlleva el funcionamiento de Internet con un mayor número de usuarios que los establecidos en los parámetros iniciales de diseño es la congestión en el tráfico. Además, los problemas de saturación en la red no están únicamente ligados al número de usuarios, sino que también están influenciados por las características de las nuevas aplicaciones. A medida que las aplicaciones evolucionan, cada vez demandan más recursos de la infraestructura de red sobre la que se sustentan. Este es el caso de aplicaciones multimedia que combinan el audio y vídeo de gran calidad con requerimientos de interacción en tiempo real.

La respuesta a todas estas deficiencias estructurales pasa por mejorar la concepción y diseño originales de Internet para dar cabida a todas estas nuevas demandas de servicio. Por tanto, Internet2 puede ser contemplada como una iniciativa de reingeniería de una infraestructura que ha demostrado ser altamente escalable, eficiente y adaptable.

2.2. Áreas de incidencia de Internet2

Las principales áreas de incidencia de Internet2 están ligadas directamente a los diversos tipos de desarrollos requeridos para superar las limitaciones de la Internet convencional.

A nivel de ingeniería de red, tenemos por un lado el desarrollo de nuevos protocolos de comunicación y la mejora y adaptación de los existentes. Por ejemplo, el desarrollo de IPv6 pensado, entre otras cosas, para acomodarse a los niveles de crecimiento previstos para la Internet del futuro. En esta línea también se realizan mejoras en los protocolos de encaminamiento (routing), en aspectos como los servicios diferenciados y el mantenimiento y gestión de ciertos parámetros de calidad en el tráfico denominados genéricamente “calidad de servicio”. También se implementan mejoras en la seguridad y confidencialidad de los datos directamente a nivel de la red. Actualmente existen en Internet2 toda una serie de grupos de trabajo -que siguiendo la filosofía del IETF (*Internet Engineering Task Force*) se encargan de formalizar todos estos nuevos desarrollos (<http://www.internet2.edu/html/working-groups.html>)

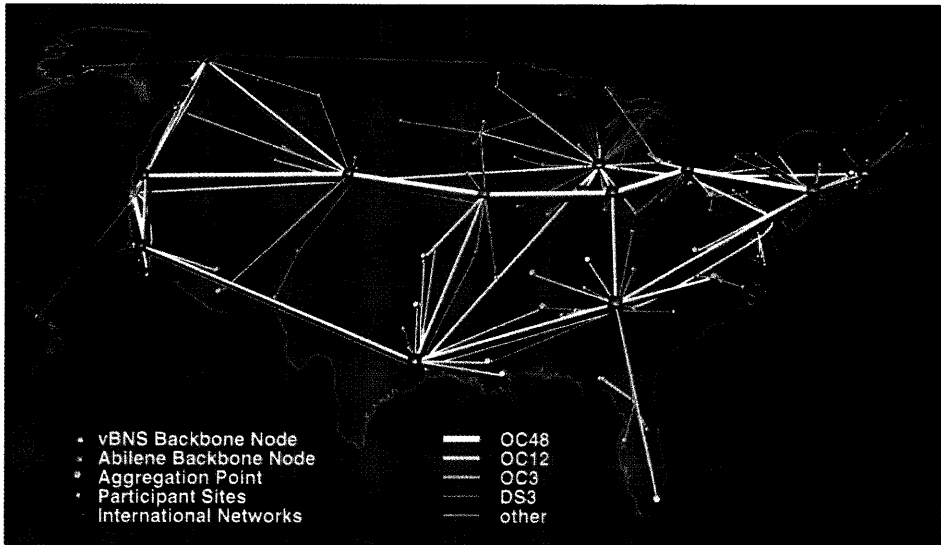


Fig. 9. Infraestructura de Internet2 en EEUU [fuente: D. Cox, R. Patterson, NCSA]

El desarrollo de estos nuevos protocolos está ligado también al desarrollo e implantación de una infraestructura avanzada de comunicaciones. Redes como vBNS o Abilene en EEUU, CANARIE en Canadá o DANTE y GEANT en Europa serán los pilares sobre los que se sustenta esta nueva Internet. Estas nuevas infraestructuras permiten velocidades de acceso a la información que eran del todo impensables hasta hace poco tiempo.

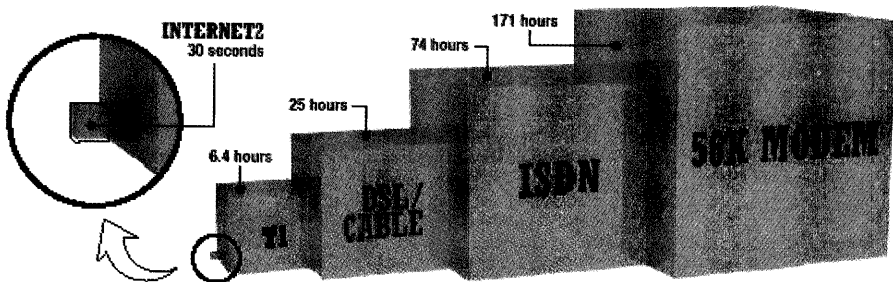


Fig. 10: Comparación gráfica del tiempo de descarga de un archivo de vídeo

La figura anterior muestra gráficamente el tiempo necesario para descargar un DVD completo que contenga una película sin usar ningún tipo de compresión. Vemos que la velocidad a la que opera Internet2 permite reducir el tiempo necesario para obtener dicha información desde las 171 horas que necesitaríamos con un MODEM convencional, pasando por las 6.4 horas necesarias mediante un enlace T1 de Internet convencional hasta los 30 segundos en Internet2.

Por tanto, a nivel de infraestructura, una de las principales ventajas que proporciona Internet2 respecto a la Internet convencional es el elevado ancho de banda que permite.

Otra de las áreas que está teniendo un desarrollo importantísimo en Internet2 es la del denominado *middleware*. Bajo este nombre se engloba todo un conjunto de programas que se sitúan entre la capa de red y las aplicaciones. El middleware ofrece al usuario (programador en este caso) un entorno que le proporciona servicios que facilitan la interacción entre las aplicaciones y la infraestructura de red. Algunos ejemplos de servicios middleware son: autenticación, identificación, autorización, directorios, seguridad, etc. El desarrollo de middleware avanzado favorece la aparición de aplicaciones cada vez más ambiciosas y que aprovechan con un máximo de eficiencia los recursos que les facilita de red.

Otra de las áreas de incidencia, y posiblemente la más visible para los usuarios menos técnicos, es la que se encarga del desarrollo de aplicaciones avanzadas. Uno de los pilares fundamentales sobre los que se sustentan las nuevas aplicaciones de Internet2 es el campo de la computación distribuida. Mediante este conjunto de técnicas podemos usar todos los recursos accesibles a través de la red para realizar un trabajo coordinado. Ejemplos de este tipo de iniciativas son los proyectos que usan ordenadores conectados a Internet2 en todo el mundo para estudiar la estructura de la materia o para la síntesis de nuevos fármacos que ayuden en la lucha contra enfermedades como el cáncer o el SIDA.

Otro campo incipiente de aplicación de este tipo de tecnologías son los laboratorios virtuales y la tele-manipulación.



Fig. 11: Observatorio AURA Mauna Kea. Universidad de Hawaii

Así, mediante el uso de Internet2, científicos de todo el mundo pueden acceder a equipos que de otra manera estarían fuera de su alcance o requerirían un largo desplazamiento. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones es la observación remota en grandes telescopios astronómicos. Mediante el uso de Internet2 un astrónomo europeo puede reservar tiempo de observación en un observatorio de Hawaii y sin moverse de su despacho puede manipular el telescopio y recoger en su ordenador los resultados de sus observaciones. Antes de la aparición de Internet2 este tipo de actuaciones eran impensables y los científicos se veían obligados a desplazarse hasta donde estaban los equipos.

Otros campos de aplicación que aprovechan las posibilidades que les ofrece Internet2 son las bibliotecas digitales, los sistemas de aprendizaje distribuido y el mundo del audiovisual interactivo en formato digital (vídeo y la televisión de alta definición).

Finalmente, el campo de actuación que ha tenido un desarrollo más importante en Internet2, posiblemente, es el de la tele-presencia (o tele-inmersión).

Este conjunto de tecnologías se basan en el uso de interfaces de usuario avanzados para crear la sensación de co-presencia trabajando en escenarios virtuales.



Fig. 12: Dispositivo de realidad virtual inmersiva. Universidad de Illinois en Chicago.

2.3. Internet2: la nueva generación

Los organismos que actualmente están impulsando el establecimiento de la nueva Internet siguen las mismas pautas y filosofía de trabajo que en la Internet de antaño. La colaboración y cooperación entre empresas, gobierno y universidades se vislumbra como uno de los factores clave para el éxito del proyecto.

También se persiguen los mismos objetivos que en la Internet de los 70, aplicaciones que mejoren y fomenten la calidad de la educación y la investigación. Para ello, Internet2 se construye sobre las infraestructuras que proporcionan las actuales redes universitarias de investigación uniéndolas mediante la construcción de puntos de interconexión denominados GigaPoPs. El gobierno y las empresas se encargan de facilitar las infraestructuras inter-gigaPoP cuando es necesario.

3. ALGUNOS PROYECTOS EDUCATIVOS DESARROLLADOS SOBRE INTERNET2

Seguramente la mejor forma de entender de qué estamos hablando cuando nos referimos a Internet2, y cómo aplicarlo al mundo educativo, es describiendo, brevemente, algunos de los proyectos que se están desarrollando en diferentes contextos. Ello nos permitirá definir hasta qué punto una infraestructura de calidad nos puede facilitar el acceso a recursos de más calidad y la posibilidad de mejorar la calidad global de los procesos educativos.

3.1. Contexto Internacional

PROYECTO K20-USA [<http://k20.internet2.edu> [02-11-02]]

Abilene es el la red nacional de INTERNET2 de los USA y K20 es el proyecto que da acceso a esta red a toda la comunidad educativa entendiendo por comunidad educativa: educación infantil, primaria y secundaria, universidades, bibliotecas y museos. El proyecto pretende que todas estas instituciones aúnen esfuerzos para llenar de contenido la red de alta velocidad.

Toda esta comunidad de investigadores y profesionales de la educación cree que su experiencia previa en el uso de la red, concretamente del WWW, es un sólido punto de partida para poder definir el papel, en el mundo educativo, de las "*tecnologías del mañana*" a la vez que permitirá desarrollar, de manera clara, a los sectores más innovadores de los diferentes niveles y ámbitos educativos. Las formas de participar en este proyecto son diversas, aunque las podemos agrupar en: formación, proyectos de investigación, servicios y contenidos, todos ellos desde una óptica colaborativa y amplia. En este momento participan en la experiencia 27 estados y otros 7 han manifestado su interés en hacerlo.

A continuación resumimos muy brevemente algunos de los proyectos educativos que se están llevando a cabo

- ***Imaginando el futuro***: Este proyecto (en el que participan diversos estados) tiene como objetivo analizar y definir, desde el punto de vista de los profesores y también de los alumnos, cómo será el futuro de la educación a partir del acceso masivo a la tecnología y de utilizar, educativamente, el poder de las comunicaciones avanzadas.

<http://www.thinkquest.org/future> [02-11-02]

- **Conversaciones con la Historia:** Esta es una experiencia del Estado de California que ha diseñado un espacio en la red que contiene una colección audiovisual de entrevistas con gente relevante de todo el mundo que rememora su papel y participación en actos, hechos y experiencias que han marcado la historia de la humanidad.

[http://globetrotter.berkeley.edu/conversations/\[02-11-02\]](http://globetrotter.berkeley.edu/conversations/[02-11-02])

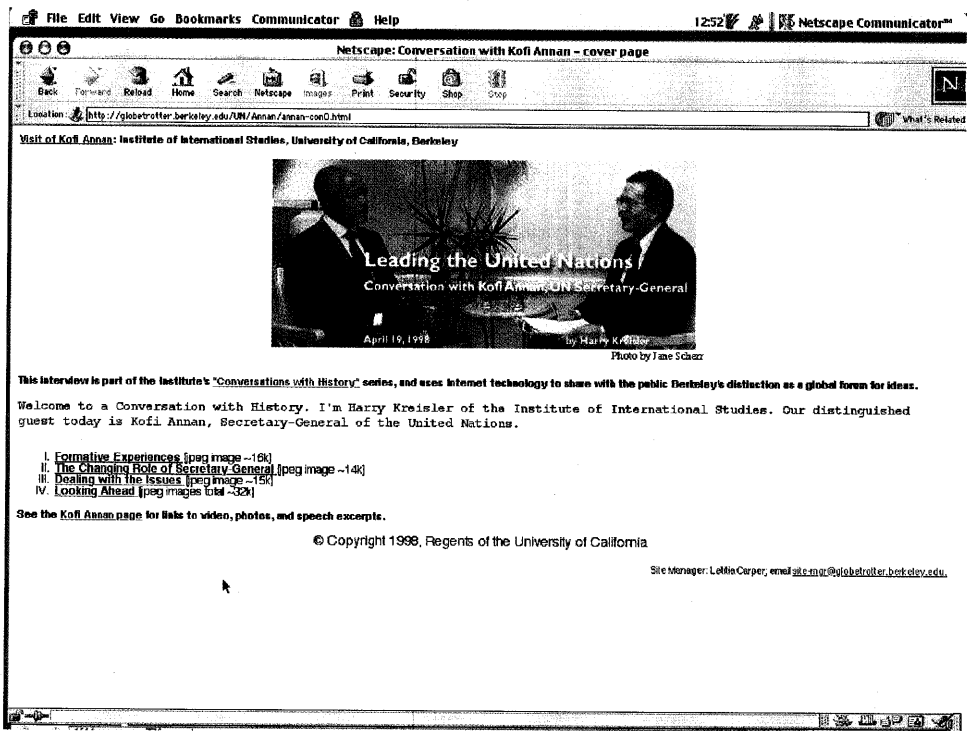


Fig. 13. Ejemplo de la estructura de una de las entrevistas que incluye la experiencia [http://globetrotter.berkeley.edu/UN/Annan/annan-con0.html/\[02-11-02\]](http://globetrotter.berkeley.edu/UN/Annan/annan-con0.html/[02-11-02])

- **La Ciudad Virtual de San Luis:** Este proyecto del estado de Missouri utiliza la Realidad Virtual para analizar cómo ha cambiado la faz de la ciudad cada diez años durante el periodo, aproximadamente, de 1890 a 1990.

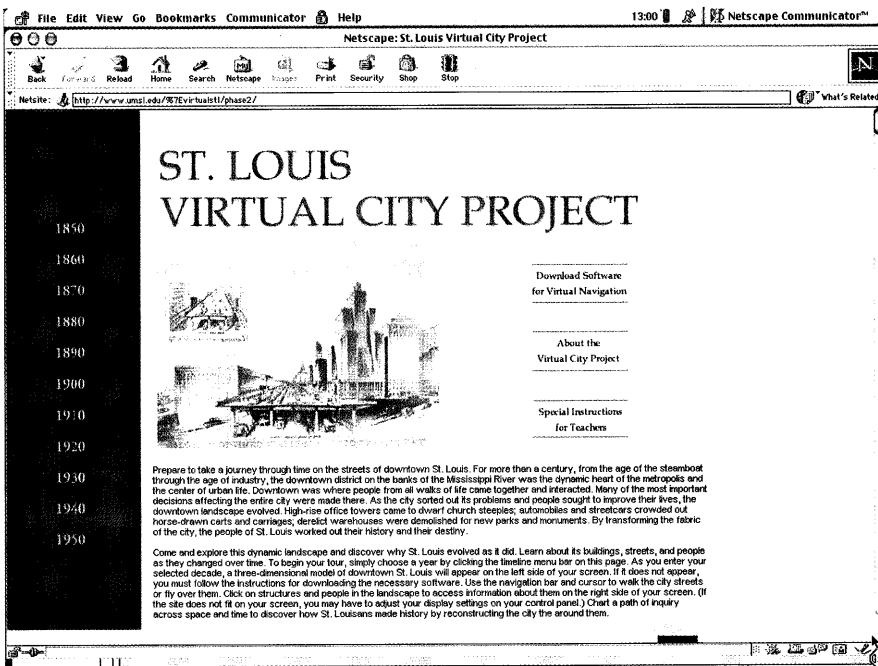


Fig. 14. Ejemplo de un estudio de la evolución de una ciudad de manera virtual
<http://www.umsl.edu/%7Evirtualstl/phase2/{02-11-02}>

- **Centro Estratégico de la Casa Blanca:** Esta experiencia, también desarrollada en el estado de Missouri, pretende simular, a través de un juego de rol, el gabinete del presidente Truman. Es una experiencia de aprendizaje constructivista que mediante el uso de la información existente en el Biblioteca y en el Museo Truman y a partir de los tópicos fundamentales del curriculum genera un espacio virtual de colaboración, estudio y toma de decisiones entre alumnos de diferentes lugares del país

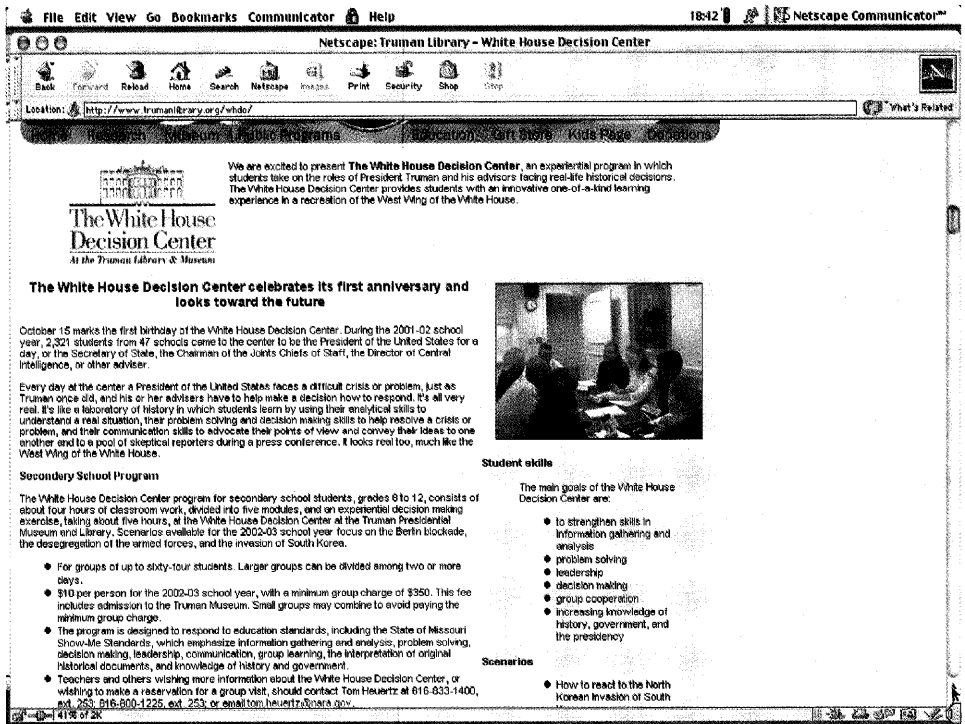


Fig. 15. Ejemplo del centro virtual de toma de decisiones <http://www.trumanlibrary.org/whdc> [02-11-02]

- **Fotografiando el espacio desde la clase:** Este proyecto del estado de Oklahoma pretende desarrollar un repositorio de recursos de geografía física y un centro de interpretación de imágenes del espacio de la NASA. Es un espacio que ha nacido con una clara vocación de formación del profesorado en la interpretación de imágenes del espacio

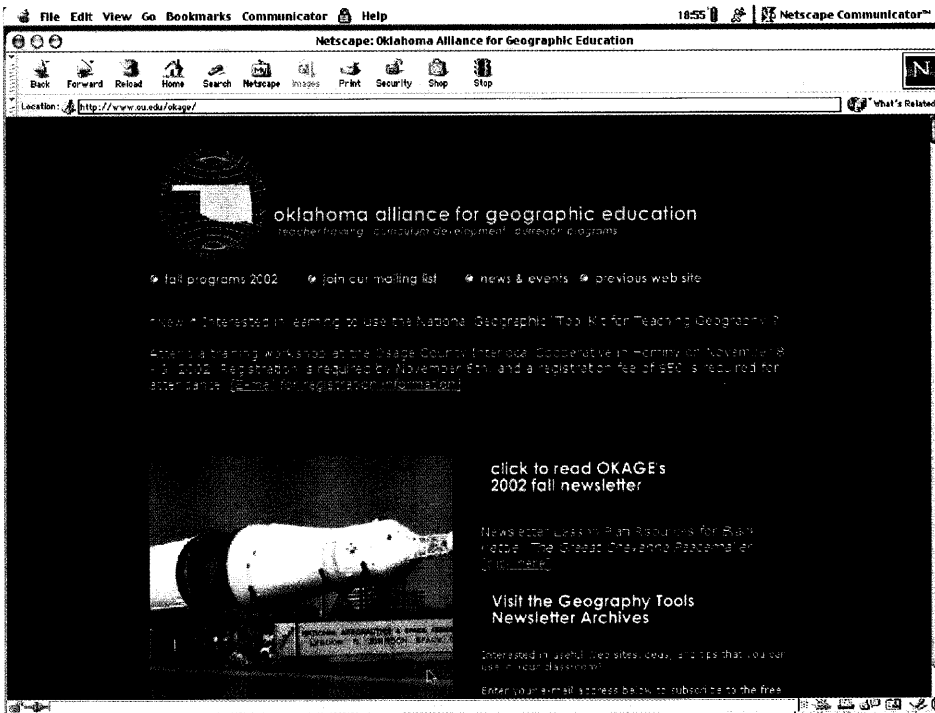


Fig. 16. Ejemplo del uso de recursos del entorno con fines educativos.
<http://www.ou.edu/okage> [02-11-02]

- **Exploración Virtual del Mundo Marino:** Este es un interesante proyecto del Estado de Washington a partir del cual se han generado mundos marinos colaborativos en 4D en los que han integrado representaciones visuales, streams de video y animaciones 3D de modelos creados a partir de datos reales que se extraen de plataformas y sensores marinos.

www.cev.washington.edu/see/exp_sys.html[02-11-02]



Fig. 17. Laboratorio en el que se reciben datos reales con los que después se elaboran los mundos digitales
http://www.cev.washington.edu/multimedia_files/content/cev_qtvr.html[02-11-02]



Fig. 18. Simulación en 3D de las corrientes marinas a partir de datos reales
http://www.cev.washington.edu/multimedia_files/content/bell_qtvr.html[02-11-02]

Para todos estos proyectos se han generado una serie de recursos comunes que permiten a los integrantes de los diferentes equipos trabajar de manera conjunta y poder compartir experiencias y lecciones aprendidas. Los recursos comunes son:

- **Accesibilidad:** a un espacio de aprendizaje común para capacitar a los diferentes grupos en el uso y rentabilización de estos recursos desde el punto de vista educativo.
- **Subvenciones:** y contactos de interés para la consecución de recursos para estos proyectos.
- **Información:** El Museo de los Museos on-line (MoOM), como ellos lo llaman, que consiste en el acceso organizado a colecciones on-line, archivos y exposiciones que pueden ser de utilidad para el desarrollo de los diferentes proyectos
- **Comunicación:**
 - Asíncrona:** posibilidad de acceso a un grupo de discusión sobre la iniciativa Internet2K20.
 - Síncrona:** Apoyo para la realización de videoconferencias.
- **Middleware:** Promocionar procesos de estandarización e interoperatividad entre las diferentes aplicaciones que se utilizan sobre Internet2

3.2. I2CAT [<http://www.i2cat.net>]

I2CAT es un proyecto de construcción de una plataforma de Internet, experimental y precompetitiva, para promover el desarrollo de servicios y aplicaciones de Internet de banda ancha por parte de las comunidades de investigación e innovación del país, tanto públicas como privadas, y el desarrollo de infraestructuras de banda ancha por parte de los operadores y las empresas presentes en Cataluña.

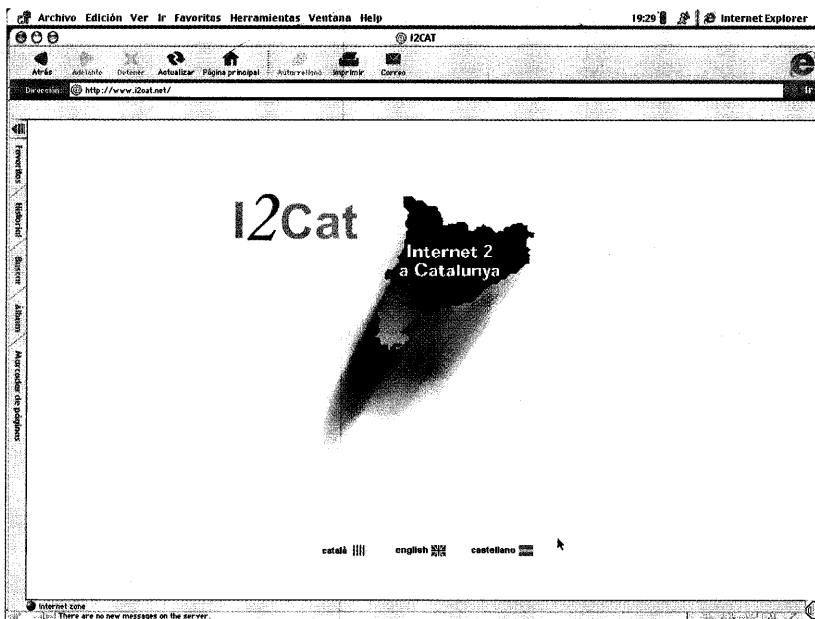


Fig. 19: *Página principal del servidor de I2Cat*

3.3. **Proyectos de comunicaciones avanzadas CESCA: Tel3D. Teleformación de profesores en entornos 3D.**

Este Proyecto es un proyecto coordinado por la URV de Tarragona y realizado conjuntamente por los ICE's de la Universidad de Lleida, de la Universidad de Girona, de la Universidad Rovira y Virgili [<http://www.ice.urv.es>] y junto con el L@TE [<http://noguera.fcep.urv.es/late>] (Laboratorio de Aplicaciones de la Telemática a la Educación) de la URV y financiado por el CESCA [<http://www.cesca.es>] (Centre de Supercomputació de Catalunya), dentro de la convocatoria de Comunicaciones Avanzadas.

Una de las líneas de I+D que más ha avanzado en los últimos años ha sido la del desarrollo de interfaces de usuario unificados que permitan el acceso a entornos de colaboración tanto mediante interfaces convencionales basadas en representaciones 2D (como BSCW o TeamWave WorkPlace) como mediante interfaces basadas en tecnologías 3D como VRML (Virtual Reality Modeling Language). En este sentido, y dentro de un proyecto financiado por la CICYT y en el que participaron investigadores de varias Universidades, se desarrolló un entorno de teleenseñanza como herramienta de formación y de colaboración accesibles mediante los dos tipos de interfaz.

Así, un profesor y un alumno pueden estar visualizando unos contenidos depositados en el entorno de mediante una interfaz web convencional o pueden utilizar la vista en forma de habitación 3D correspondiente a este mismo espacio

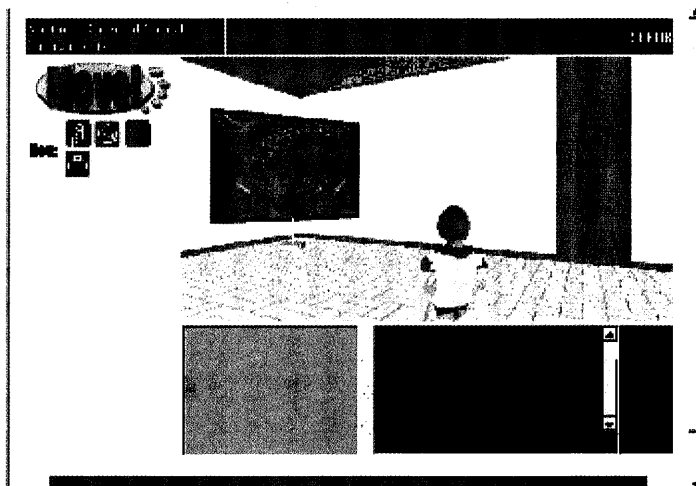


Fig.20: Interfaz 3D. Vista de un centro de formación en Medicina

El desarrollo del proyecto TEL3D ha consistido en:

- Desarrollar materiales (del área de medicina y del área de arqueología) audiovisuales (audio + vídeo + otros contenidos sincronizados) adecuados para ser distribuidos bajo demanda (“streaming”).
- Diseñar y experimentar protocolos para la realización de videoconferencias con finalidad docente, integradas con otros contenidos (o formando parte de alguna acción formativa concreta).
- Diseñar y desarrollar un proyecto piloto de colaboración síncrona en entornos virtuales 3D basados en VRML. Este piloto ha cubierto diferentes aspectos:

Entornos 3D que emulen un entorno real de E-A. El alumno entra en este entorno y puede interactuar de una manera más directa con el profesor y con los diversos recursos didácticos.

Aplicaciones de simulación distribuida en las que el alumno puede interactuar con las simulaciones en entornos realistas.

Entornos 3D diseñados para facilitar la colaboración síncrona (por ejemplo, puede usarse para reuniones en entornos virtuales pero en tiempo real).

El uso de entornos telemáticos multiusuario para fomentar los procesos de colaboración en Internet tiene sus orígenes en la década de los 80 en los denominados MUSEs (Multi-user text based virtual realities) y MUDs (Multi-User Domains). Estos entornos estaban basados en juegos de aventura para ordenador como *Adventure* y *Zork* y permitían la interacción en tiempo real entre los diversos usuarios conectados al MUSE facilitando, de esta manera, la construcción de “mundos” de forma colaborativa. En este sentido podemos pensar que estos entornos facilitan modelos de aprendizaje constructivista y fomentan la aparición de un sentimiento de “comunidad” entre los participantes. Un ejemplo de estas primeras herramientas de colaboración fue el proyecto MicroMuse desarrollado en el Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT). Los primeros entornos de este tipo no permitían que los usuarios pudiesen incorporar de una forma fácil sus propias extensiones, así que el siguiente paso en su evolución fue la incorporación de lenguajes de “script” que permitiesen la ampliación de un MUD. Estos nuevos entornos reciben el nombre genérico de MOOs (MUD Object – Oriented). Una de las características principales de estos entornos es la persistencia. Ahora los usuarios pueden modificar y manipular los objetos cambiando de esta manera el estado del MOO para otros usuarios.

El mundo constituye la unidad organizativa fundamental en estos entornos. A partir del concepto de mundo podemos crear espacios de colaboración en los que podemos definir toda una serie de “reglas del juego” propias que nos permiten diferenciarlos de otros mundos dentro de un mismo entorno colaborativo. Los usuarios que “viven” en un mismo mundo pueden compartir los recursos que éste les proporciona.

Los mundos, a su vez, se suelen organizar en habitaciones a través de las cuales el usuario puede navegar mediante comandos direccionales (por ejemplo: *ir norte*) o a través de entornos gráficos de navegación (cursores, trackball 3D, etc ...).

Finalmente, dentro de cada habitación podemos encontrar toda una serie de “objetos” con los que el usuario puede interactuar. Estos objetos pueden ser contenidos (en el caso de CSCL) o bien herramientas que proporcionan algún servicio al usuario (por ejemplo, un chat o una simulación).

Las aplicaciones basadas en entornos 3D, además de utilizar la metáfora de los espacios físicos presenciales, los representan gráficamente y permiten que sus usuarios puedan desplazarse por el espacio de la pantalla del ordenador como si se tratara de un edificio o habitación real. Para identificar a

los usuarios se utilizan objetos o imágenes "humanoides" que se denominan *avatares*, que con más o menos realismo representan a todos aquellos sujetos y objetos que se encuentran dentro del espacio.

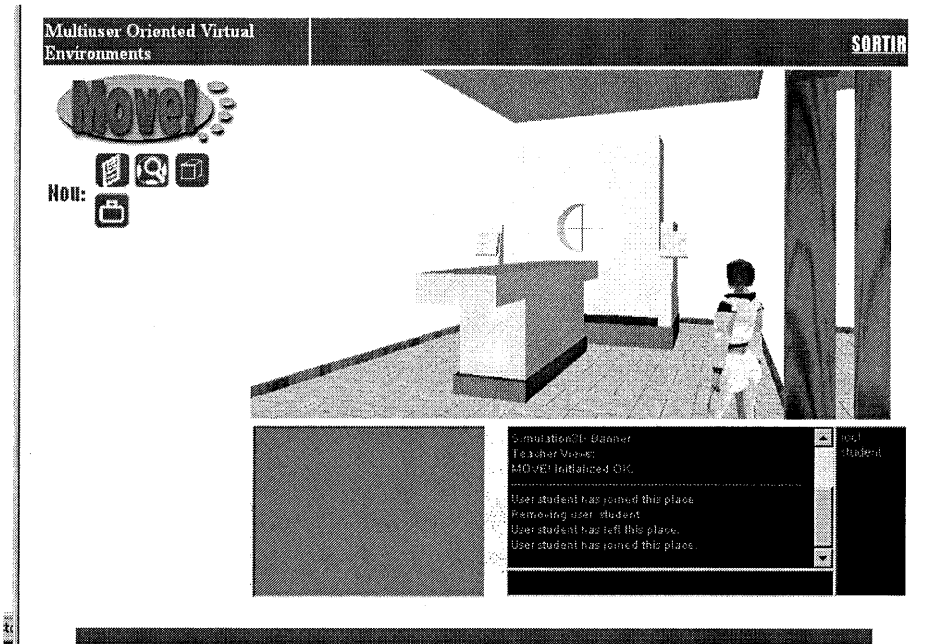


Fig. 21. Ejemplo de un avatar en el departamento de radiología del hospital

Esta imagen es un ejemplo de representación sintética de la apariencia que podemos adoptar en un entorno 3D para identificarnos y poder movernos como si de un espacio físico tangible se tratara.

BIBLIOGRAFÍA

- GARCÍA, P. et al. (2002): *Compoenet Groupware Foundations for Collaborative Virtual Environments*. (En prensa).
- GISBERT, M. (2000a): "Las redes telemáticas y la educación del siglo XXI". En M. Cebrián: *Internet en el aula, Proyectando el futuro*. Grupo de Investigación y Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación. Málaga, Universidad de Málaga/Apple Computer España, 15-25.
- GISBERT, M. et al (1997): "Entornos de Formación Presencial, Virtual y a Distancia". *Boletín de RedIris*. 40, 13-25.
- GISBERT, M. et al (1998): "Entornos Virtuales de Enseñanza-Aprendizaje". *Cuadernos de Documentación Multimedia*. Madrid, 29-41. (Versión electrónica: <http://www.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista>).
- HENRÍQUEZ, P. et al. (2000): "El trabajo colaborativo apoyado en la red: Herramienta para la innovación de la docencia universitaria". *Comunicación presentada al I Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria*. Barcelona.
- KERCKHOVE, D. de (1999): *Inteligencias en conexión. Hacia una sociedad de la web*. Barcelona, Gedisa.
- SCHRUM, L. y LAMB, T. (1997): Computers Network as Instructional and Collaborative Distance Learning Environments. *Educational Technology*, 37(4), 26-37.

RECURSOS ELECTRÓNICOS

- Red académica de comunicaciones española: <http://www.rediris.es>
Proyecto Internet2 USA: <http://www.internet2.edu>
Proyectos Internet2 y vEducación USA: <http://K20.internet2.edu>
Centro de Supercomputación de Cataluña: <http://www.cesca.es>
Consorcio Internet2-Cataluña: <http://www.i2cat.net>