

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN EN LA EDUCACIÓN: APLICACIONES EDUCATIVAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

Carlos Piñeiro Sánchez

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad. Universidad de A Coruña

1. APLICACIONES DIDÁCTICAS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

El uso creativo de las tecnologías de la información en el proceso educativo "(...) se halla en la base de muchas de las esperanzas de mejorar la calidad, la flexibilidad, y la eficacia de la educación superior. Los beneficios potenciales se extenderán, y afectarán a, las prácticas de aprendizaje, y docencia, e investigación" (DEARING, 1997: 13.1). En el ámbito de la educación las tecnologías de la información pueden desempeñar tres funciones genéricas (BARTOLOMÉ, 2000: 77)¹:

1. *Objeto de estudio.* Entre otras, la informática, la electrónica y la telemática se ocupan de los aspectos científicos de las tecnologías; sin embargo el examen de los aspectos didácticos de las tecnologías de la información está encaminado a garantizar que las personas desarrollan las aptitudes precisas para manejar los recursos, tecnologías y aplicaciones elementales requeridas por su área de conocimiento². Desde una perspectiva más amplia, la formación básica en tecnologías de la información empieza a definirse como una verdadera necesidad educativa para todas las personas, cualesquiera que sean su edad, nivel educativo, y actividad profesional, toda vez que estas tecnologías desempeñan una función medular en el nuevo paradigma de organización sociotécnica: cada vez más todos los procesos sociales y económicos dependerán crecientemente de aplicaciones de las tecnologías, y existe el riesgo de que las personas que no posean aptitudes básicas para su manejo sufran un grado variable de aislamiento.
2. *Recurso didáctico.* La integración de las tecnologías en el proceso de enseñanza conduce al concepto de *enseñanza asistida por ordenador (EAO)*, en el que la integración de ordenadores y recursos telemáticos da lugar a una amplia variedad de modalidades de trabajo. Algunas de ellas son únicamente versiones automatizadas de programas que, previamente, se desarrollaban

¹ El autor hace referencia exclusivamente a los ordenadores aunque su razonamiento es fácilmente extensible al conjunto de las tecnologías de la información.

² Por ejemplo, los titulados mercantiles deberían ser formados al menos en el uso de aplicaciones de gestión empresarial (contabilidad, hoja de cálculo, técnicas de investigación operativa, etc.) mientras que arquitectos y aparejadores deberían manejar adecuadamente, entre otros, software CAD y para el cálculo de estructuras.

mediante recursos convencionales (libros, fichas, etc.) pero, llevada hasta sus últimas consecuencias, la EAO podría llegar a suponer la progresiva sustitución del profesor y del entorno físico de enseñanza por un medio virtual en el que la enseñanza se realizaría mediante programas docentes electrónicos gestionados por sistemas dotados de aptitudes de inteligencia artificial.

3. *Instrumento de comunicación.* Una extensión natural del uso educativo de sistemas informáticos es su inserción en redes telemáticas que pueden ofrecer servicios de comunicación como el correo electrónico, transferencia de ficheros, el servicio www o, a mayor nivel, recursos de videoconferencia. La comunicación electrónica se perfila como es un ingrediente indispensable en los entornos de trabajo distribuido y asíncrono, como la enseñanza a distancia pero, también, de muchos modelos de enseñanza presencial asistida por ordenador³.

2. EL ORDENADOR COMO OBJETO DE ESTUDIO

Tradicionalmente las aplicaciones didácticas de los ordenadores tienen su punto de partida en la enseñanza de la naturaleza, funcionamiento y uso de equipos informáticos; esta formación preliminar centró originalmente en la enseñanza de los fundamentos históricos de la informática y de los fundamentos de programación en lenguajes como BASIC y PASCAL⁴, aunque en la actualidad viene orientándose hacia el uso de aplicaciones de usuario comunes tales como los paquetes ofimáticos, así como de los servicios de Internet.



La finalidad de estas actividades no es la de formar al alumno en los aspectos técnicos de las tecnologías, sino crear las destrezas básicas precisas para el manejo de recursos informáticos que pueden ser utilizados como herramienta didáctica para la enseñanza de las materias básicas y también como elemento de formación complementaria⁵; desde una perspectiva amplia del proceso educativo, la formación en tecnologías de la información contribuye al despliegue de facultades intelectuales de lógica y pensamiento abstracto útiles para el desarrollo personal del alumno, así como de aptitudes generales para el

³ Supóngase, por ejemplo, la enseñanza práctica de técnicas de investigación operativa. Los alumnos podrían explotar los recursos de una red local para obtener documentación actualizada relativa a la lección (por ejemplo, el capítulo correspondiente de un libro electrónico, o casos prácticos a resolver), acceder a material complementario (biografías de investigadores, historiales de investigación, trabajos de años académicos anteriores, etc.), o utilizar software para ensayar por sí mismos soluciones a los problemas. También se podría proponer la creación de un foro electrónico de debate en el que los alumnos ofrecerían sus propuestas de solución a los problemas planteados, con la coordinación del profesor o de una aplicación de software.

⁴ También se han ensayado lenguajes diseñados ad hoc para tratar con las particularidades de la enseñanza de la informática. Un claro ejemplo de ello es LOGO, un lenguaje procedimental y personalizable diseñado por PAPERTE para su utilización por niños.

⁵ Por ejemplo, una hoja de cálculo puede utilizarse activamente en la docencia de estadística y econometría, y todo tipo de cálculos matemáticos (en economía, arquitectura, ciencias, etc.). También la programación en lenguajes y entornos multimedia, como *Flash*, posee atractivas perspectivas a la vista de la evolución de Internet.

manejo de sistemas de información que, en el futuro, serán indispensables para el ejercicio de todas las actividades humanas, sociales y económicas.

3. ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR

La enseñanza asistida por ordenador tiene su origen remoto en las máquinas de enseñar mencionadas en páginas anteriores que, como las cajas de FREINET y SKINNER, trataban de mecanizar el proceso didáctico mediante un sistema de secuenciación de fichas, preguntas y actividades. Como se señaló en su momento, las principales debilidades de estos sistemas automatizados estaban relacionadas con su linealidad y con la ausencia de una interacción verdadera con el alumno: las actividades estaban programadas *ex ante* y su organización no dependía en absoluto del grado de éxito o de fracaso exhibido por el alumno, lo que devenía en un grado de aprovechamiento relativamente pequeño.

CROWDER sugirió la posibilidad de diseñar una organización ramificada en la que el contenido y la secuencia de las preguntas se harían depender de las respuestas previas del alumno, del grado de acierto y de la magnitud y gravedad de sus errores en las cuestiones previas. La programación ramificada se mantuvo como una opción fundamentalmente teórica hasta que la mejora de la relación entre coste y rendimiento de las tecnologías de la información, en particular de los ordenadores, y el desarrollo del multimedia creó la base facilitadora precisa para poner en práctica modelos de enseñanza asistida por ordenador (EAO) dotados de la flexibilidad y la autonomía operativa requeridas por una enseñanza verdaderamente personalizada.

En este sentido es interesante señalar que la simple existencia de una dotación de ordenadores no supone, en sí misma, una dinámica de enseñanza asistida por ordenador ya que la tecnología es únicamente un medio facilitador: lo que determina la existencia de un proceso de enseñanza propiamente dicho es la capacidad para utilizar eficazmente estos recursos para mejorar el ritmo de aprehensión de conocimiento y el desarrollo personal del alumno: "*(...) la experiencia anterior con la tecnología educativa indica que lo realmente importante no es el medio por el que se transmite la información sino la forma en que este medio se utiliza para entregar la información*" (SIMKINS, 1999: 280). Se sigue de ello la necesidad de promover la actualización del profesorado, que debe ser capaz de utilizar adecuadamente los recursos tecnológicos, de mantener el ritmo de cambio de la tecnología, y de enseñar a los alumnos la forma más adecuada de utilizar los recursos tecnológicos.

3.1. LA EVOLUCIÓN DEL MULTIMEDIA Y DE LA EAO

Las ventajas de utilizar recursos multimedia en la enseñanza asistida por ordenador parecen obvias, señala HARTLEY (1994), en la medida en que la palabra, el texto, las imágenes, y los dibujos y diagramas se utilizan ya con generalidad en la práctica docente diaria; cabría esperar que su "*(...) digitalización e integración bajo la coordinación de un ordenador mejorase el aprendizaje*" (76) ya

que los elementos visuales tienden a intensificar la actividad retentiva del cerebro del alumno. En efecto el software educativo actual contiene una combinación variable de múltiples elementos multimedia - texto, imágenes, sonido, vídeo, etc.- que, se espera, mejora la eficiencia del aprendizaje al activar un número mayor de procesos intelectuales⁶.

Es interesante observar cómo el concepto de multimedia y la enseñanza asistida por ordenador, en particular las modalidades no presenciales, han evolucionado de forma paralela a lo largo de las dos últimas décadas⁷.

Las primeras iniciativas de enseñanza a distancia mediante soportes multimedia utilizaban la tecnología *laserdisc*, fundamento técnico del denominado *vídeo interactivo*, y que se utilizó con cierta profusión en los ochenta. El disco ofrecía notables aptitudes en cuanto a la proyección de vídeo aunque la presentación de texto y la reproducción de sonido estaban limitadas por la resolución de la pantalla de televisión y los recursos de audio; por ello se utilizó en aplicaciones de que dependían principalmente de la reproducción de imágenes, por ejemplo guías de pintura o simuladores virtuales de visitas a museos, pero siempre dentro de una programación lineal: el disco láser constituye un cambio cualitativo en términos de calidad de reproducción, pero no ofrece interactividad propiamente dicha.



La siguiente generación de herramientas multimedia se asentó sobre la tecnología del CD-ROM, más económica y difundida entre las familias, las empresas y las universidades. En 1982 se comercializaron los primeros CD de música, y tres años más tarde los CD grabables, o CD-ROM destinados a los ordenadores; estos dispositivos ofrecían compatibilidad con cualquier formato digital de datos, pero eran relativamente lentos; por ello los productos instrumentados sobre ellos padecían una marcada orientación hacia el texto, y contenían un número limitado de gráficos e imágenes y escasos elementos de vídeo⁸.

Un elemento característico de la última generación de productos educativos en CD-ROM, y también de algunos cursos de formación a distancia a través de Internet, son los *diaporamas*, en los

⁶ De hecho se ha demostrado que las personas retienen mayor cantidad de información cuando se insertan imágenes, aunque la proliferación de elementos icónicos puede ser contraproducente al distraer al alumno de las cuestiones verdaderamente relevantes del documento. BARRETT y LALLY (2000: 283) hallaron que dos terceras partes de los usuarios de un software educativo multimedia basado en CD reconocían la utilidad de las imágenes e iconos. Véase Stone (1999), para una completa revisión de los recursos educativos multimedia.

⁷ Véase <http://zdnet.terra.com.ve/sp/helptips/stories/guides/1,,8014178-2,00.html> (acceso el 7 de Mayo de 2001).

⁸ El déficit de elementos animados se explica asimismo por la carencia de técnicas de compresión de vídeo verdaderamente eficaces. El desarrollo de MPEG-2 ha dado un vuelco radical a esta situación, y cada vez es más común que todo tipo de CD incluyan componentes de vídeo. Muchas de las últimas ediciones de CD de música, destinados a su reproducción en lectores domésticos, incluyen sesiones de vídeo compatibles con los formatos estándar utilizados por el software de ordenador.

que las imágenes (gráficos, presentaciones, fotografía, etc.) se acompañan de un relato de voz⁹ que, además de ofrecer comentarios adicionales, pretende activar la *escucha semántica* del usuario para generar sinergias e intensificar la asimilación de información. El uso de diaporamas es habitual en todos los CD-ROM educativos e incluso en algunas publicaciones divulgativas, pero ha alcanzado un éxito relativamente pequeño en el caso de los cursos de formación a través de Internet debido a las limitaciones del ancho de banda; en estos casos suele optarse por colocar el correspondiente fichero de presentaciones en un servidor FTP para que, una vez descargado, los alumnos puedan utilizarlo fuera de línea.

El CD-ROM ha sido utilizado masivamente como soporte para enciclopedias multimedia y una miríada de pequeños cursos complementarios, desde la enseñanza de idiomas y música hasta la formación en tecnologías de la información, en particular ofimática, servicios y recursos de Internet. Ofrece cierto grado de interactividad pero su capacidad se ha mostrado insuficiente para las necesidades de programas de formación multimedia verdaderamente comprensivos, particularmente en lo relativo al almacenamiento de imágenes y vídeo. El desarrollo de la tecnología del disco digital amenaza con provocar un cambio radical en los soportes para el almacenamiento y movilización física de la información y, por extensión, también en los recursos didácticos.

3.1.1. La tecnología de disco digital versátil

En 1994 los productores de vídeo doméstico reconocieron la necesidad de buscar una alternativa tecnológica capaz de mejorar la calidad del sonido y la imagen, a un coste asumible. Se creó un grupo de trabajo que recomendó el desarrollo de un estándar basado en los siguientes principios:

- Vídeo de alta resolución que cumpla la norma CCIR-601
- Alta capacidad de almacenamiento. En principio se estableció que cada cara del soporte debería ser capaz de albergar un mínimo de 133 minutos de cine con la calidad señalada.
- Almacenamiento y reproducción de sonido envolvente por seis o más canales
- Presentación en pantalla de subtítulos y compatibilidad multilinguaje
- Protección eficaz contra copias no autorizadas

⁹ En sentido estricto la banda sonora del diaporama puede contener tres tipos de elementos: sonidos coherentes con la imagen (por ejemplo, el sonido de un avión simultáneamente a su aparición en pantalla), una narración de viva voz relativa a la presentación, o una banda musical independiente de las diapositivas que ameniza su revisión. De ellas, nos interesa el uso de las narraciones de voz, que poseen mayor potencial educativo.

El resultado de estos trabajos fue la especificación, en el año 1995, de una colección de cinco formatos estándar basados en la tecnología de disco digital (DVD, *Digital Versatile Disk*): DVD-ROM, DVD-vídeo, DVD-audio, DVD-recordable, y DVD-RAM.

Un disco DVD posee dos caras, cada una de las cuales está formada por dos capas de 0,6 mm.; las cuatro capas son potencialmente grabables aunque en la actualidad existen dos formatos normalizados¹⁰:

- Los discos Tipo 1 responden al formato utilizado para el cine doméstico: sólo se graba una de las capas de una cara, lo que proporciona capacidad para 133 minutos de cine en calidad MPEG-2 (4,7 Gb.¹¹)
- Los discos Tipo 2 se han grabado por una capa de cada cara, y poseen una capacidad máxima de 9,4 Gb.

El disco ofrece una capacidad potencial máxima de unos 17 Gb. de imagen con calidad MPEG-2¹² más ocho canales de sonido 3D Dolby Digital AC-3 o DTS y veinticuatro canales para presentaciones de texto en pantalla. En el caso del DVD de cine las pistas de sonido se utilizan para almacenar los diálogos en distintos idiomas¹³, y las pistas de texto para los correspondientes subtítulos y otra información específica (argumento, biografías, etc.); tratándose de DVD con fines educativos, estos canales se utilizarían para ofrecer información multimedia complementaria.

Tabla 1. Formatos básicos DVD

Formato	Diámetro	Caras utilizadas	Capas utilizadas	Capacidad
DVD-1	80 mm.	1	1	1,4 Gb.
DVD-2	80 mm.	1	2	2,7 Gb.
DVD-3	80 mm.	2	1	2,9 Gb.
DVD-5	120 mm.	1	1	4,7 Gb.
DVD-4	80 mm.	2	2	5,3 Gb.
DVD-9	120 mm.	1	2	8,5 Gb.
DVD-10	120 mm.	2	1	9,4 Gb.
DVD-18	120 mm.	2	2	17 Gb.

¹⁰ Véase en relación a los aspectos técnicos de la tecnología DVD, <http://www.hobbypress.com/PCMANIA/PC078/PO/pc078poporta0000.html> (acceso el 7 de Mayo de 2001).

¹¹ La capacidad de los DVD no se mide en bytes informáticos, sino en múltiplos de mil. Así, 4,7 Gb. son 4.700 millones de unidades de información, y 4.380 millones de bytes de ordenador.

¹² El DVD utiliza un subconjunto de reglas del estándar MPEG-2, quien a su vez está basado en la norma ISO/IEC 13818; la resolución lograda (720x480) es mejor que la del disco láser (567x480), y casi el doble que la del estándar doméstico VHS. Además, en el caso del cine se dispone de nueve ángulos distintos de cámara.

¹³ El DVD incluye asimismo la banda sonora completa de la película.

El formato DVD soporta el estándar ISO 9660, lo que supone que cualquier lector DVD puede asimismo reproducir un CD convencional en sus distintas modalidades (música, CD-ROM, CD-R, CD-RW y vídeoCD) a una velocidad comparable a la de los lectores CD comunes (40x).

Una interesante innovación en este sentido es el denominado DVD-RAM, definido por DVD-Forum en Julio de 1997¹⁴: se trata de un disco con una capacidad de 2,6 Gb. si se graba una cara, y de hasta de 5,2 Gb. si se utilizan ambas, que puede además ser regrabado varios miles de veces. Su difusión está por el momento paralizada por una combinación de razones técnicas y empresariales:



no hay una compatibilidad definida con todos los lectores DVD-vídeo actuales a lo que se añade la existencia de dos estándares *de facto*, el desarrollado por entre otros Sony, Philips y Hewlett-Packard y el propuesto por Pioneer. En la actualidad se trabaja para consolidar un único estándar con capacidad de de 4,7 Gb. y que unifique los formatos de grabación (DVD-cine) y de disco virgen (DVD-RAM), como ocurre con las cintas VHS convencionales.

Puede adivinarse que los DVD son una herramienta extraordinariamente poderosa para la enseñanza individualizada de personas con deficiencias visuales y/o auditivas, y para colectivos que por razones culturales o de otro tipo muestren reticencias al uso directo de equipos informáticos.

Desde una perspectiva más amplia, suponen un cambio radical en la concepción de las herramientas multimedia no sólo por sus aptitudes de presentación gráfica sino, también, por su propia capacidad de almacenamiento: en Mayo de 2001 la Real Academia de la Lengua dio a conocer la edición del *Nuevo tesoro lexicográfico de la lengua española*", dos DVD en los que se agrupan los 66 diccionarios más importantes de la historia del castellano, tanto obras medievales como el *Vocabulario Español - Latino* de NEBRIJA como las ediciones del Diccionario de la Real Academia desde el año 1726¹⁵.

3.2. MODALIDADES Y HERRAMIENTAS DE EAO

Una primera opción de trabajo consiste en utilizar el ordenador para automatizar el proceso de aprendizaje cuando el alumno adquiere conocimiento mediante una estrategia de repetición. Por ejemplo, podría diseñarse una aplicación para respaldar la enseñanza de los desplazamientos de las funciones de oferta y demanda cuando se modifican las condiciones del mercado, y para poner al mismo tiempo de relieve sus implicaciones sobre otras variables y procesos macroeconómicos; el

¹⁴ DVD-RAM Book 1.0

¹⁵ Fuente: iBrújula.com (<http://ibrujula.com/news/noticia.php?id=16175>); acceso el 8 de Mayo de 2001).

alumno adquiere un conocimiento más profundo y detallado del entramado de relaciones macroeconómicas a medida que analiza reiteradamente distintas posibles alteraciones: precios, tipos de interés, impuestos, oferta, etc.

En la mayor parte de los casos estos recursos revisten el aspecto exterior de software multimedia que trata de "(...) *proporcionar recursos de aprendizaje más que ser programas de instrucción per se*" (HARTLEY: 1994: 82). El autor define a estos sistemas como *Software Multimedia Interactivo Simbólico*¹⁶ para destacar su finalidad *educativa* frente a la marcada orientación a la instrucción, al *adiestramiento*, característica de los recursos tradicionales de enseñanza asistida por ordenador.

BORK (1986:7) ha señalado que uno de los principales errores observados en la implantación de modalidades de enseñanza asistida por ordenador es la *transposición* de estrategias de trabajo propias de la educación tradicional: las personas tienden a "*transponer libros y lecciones, de forma que pierden la oportunidad de utilizar el ordenador para crear un entorno de enseñanza responsable y activo*". Se sigue de ello una primera consideración, la necesidad de que el cambio metodológico venga acompañado de una reorganización integral del proceso educativo que trasciende a la tecnología, cuyo papel es facilitador.

A continuación se realiza una breve descripción de las dos modalidades genéricas de enseñanza, presencial y a distancia, a la luz de las tecnologías de la información; se presentan distintas configuraciones físicas, como el aula electrónica, y se discute el uso de herramientas como los sistemas de soporte al trabajo cooperativo (CWSS), o los tutoriales electrónicos pero, previamente, es preciso adelantar dos consideraciones. En primer lugar, ninguna de las de organizaciones docentes y herramientas didácticas es intrínsecamente conveniente o productiva en términos académicos, su uso debe ser evaluado críticamente en cada caso de acuerdo con las características sociales del alumnado, la estrategia docente y el programa académico; en segundo lugar, las opciones consideradas no representan alternativas de *todo-o-nada* en el sentido de que, en caso necesario, pueden ser combinadas con cierta discrecionalidad para generar estructuras metodológicas *ad hoc*. En particular, enseñanza presencial y a distancia no deben considerarse alternativas excluyentes sino modalidades que pueden y deben ser combinadas si ello contribuye a mejorar el rendimiento académico.

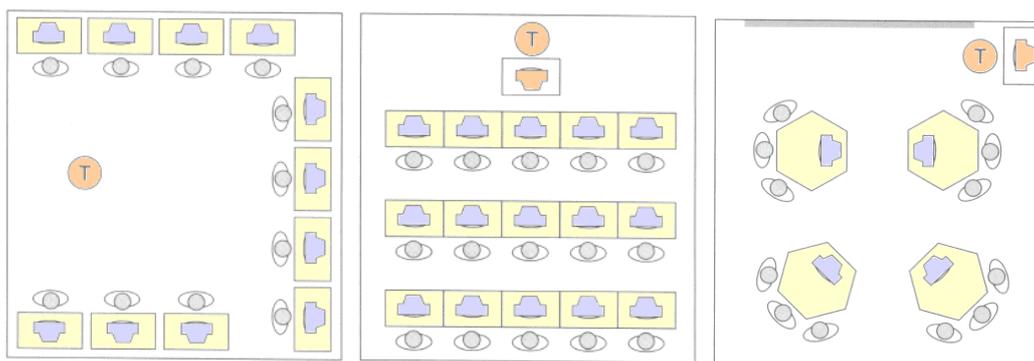
¹⁶ *Metaphorical Interactive Multimedia* (M-IMM).

3.2.1. Enseñanza presencial. El aula electrónica

En la medida de lo posible sería deseable que, en lugar de asistir pasivamente a una exposición magistral, el alumno pudiese manipular directamente los parámetros que determinan los movimientos de las mencionadas funciones de oferta y demanda desde su propia terminal de ordenador. La posibilidad de convertir el aula tradicional en una sala intensiva en tecnologías de la información plantea una problemática radicalmente nueva en la que se combinan los aspectos propiamente educativos con cuestiones de tipo social y tecnológico; desde el punto de vista externo, supone una reorganización de los recursos docentes y de la disposición física de alumnos y profesores.

La Ilustración 1 muestra la evolución sugerida por TEELER y GRAY (2000: 55) para el caso particular de los recintos destinados a la enseñanza de idiomas; en él se aprecia cómo el profesor, que en un primer momento actuó sin apoyo de las tecnologías, toma el control del aula mediante un sistema que le permite controlar el trabajo de sus alumnos, saber exactamente qué tareas están realizado y los recursos de Internet que utilizan en cada momento. Finalmente, se sugiere la creación de pequeños grupos dentro de los cuales los alumnos desarrollan tareas de forma cooperativa. Obsérvese que el profesor pasa a desarrollar funciones de guía o coordinador, asistido por su terminal de ordenador, por lo que pierde su ubicación central en el aula y se desplaza a una esquina de la misma.

Ilustración 1. Disposición física del aula



(Fuente: TEELER y GRAY, 2000: 55)

El aula puede contar con una combinación variable de recursos didácticos, algunos de ellos intensivos en tecnologías de la información y otros propios del aula convencional. En un primer estadio evolutivo podría añadirse al aula convencional un equipo dotado de conexión a Internet y

proyector láser que reemplazarían a la pizarra común y los proyectores de transparencias tradicionales; sin embargo cabe esperar que a medio plazo el aula se convierta en un entorno electrificado en el que los alumnos, de forma individual o en grupo, utilicen directamente equipos informáticos y se comuniquen mediante una combinación de canales electrónicos y personales. La dotación técnica del aula debería contener elementos de hardware como lectores-grabadores de CD-ROM, escáners, micrófonos, altavoces y cámaras web, implantados sobre una estructura de red capaz de ofrecer el ancho de banda requerido por los servicios de comunicaciones, tanto internos (Intranet, correo interno, etc.) como externos (descarga de páginas web, movilización de ficheros, etc.). A todo ello se añade el software de aplicación preciso para el desarrollo del programa didáctico y la comunicación eficiente; entre estas aplicaciones se hallarían clientes de correo y FTP, navegadores web, y recursos específicamente orientados al trabajo cooperativo que, como *NetMeeting*, integran eficientemente la comunicación escrita (chat), de voz e imagen, así como la transferencia de ficheros y la compartición de recursos (por ejemplo, el *Escritorio* de Windows) y aplicaciones.

3.2.2. Enseñanza a distancia. Inteligencia artificial, tutoriales y herramientas de simulación

El desarrollo del concepto y la tecnología hipermedia ha proporcionado los medios para poner en práctica la propuesta de CROWDER en cuanto a la enseñanza basada en programas ramificados, mediante aplicaciones conocidas como *tutoriales electrónicos*. El software ejerce un papel directivo del proceso de aprendizaje, y lo coordina utilizando en ocasiones aptitudes propias de la inteligencia artificial: en estos casos el sistema es capaz de interpretar la valía de las respuestas previas del alumno así como la trascendencia de sus errores, de realizar inferencias acerca del aprovechamiento de las actividades previas, y de organizar dinámicamente las preguntas y actividades posteriores para cubrir, en su caso, las deficiencias observadas en la formación. No existe una



secuencia predefinida de actividades, aunque el software ejerce una función *directora* del proceso¹⁷.

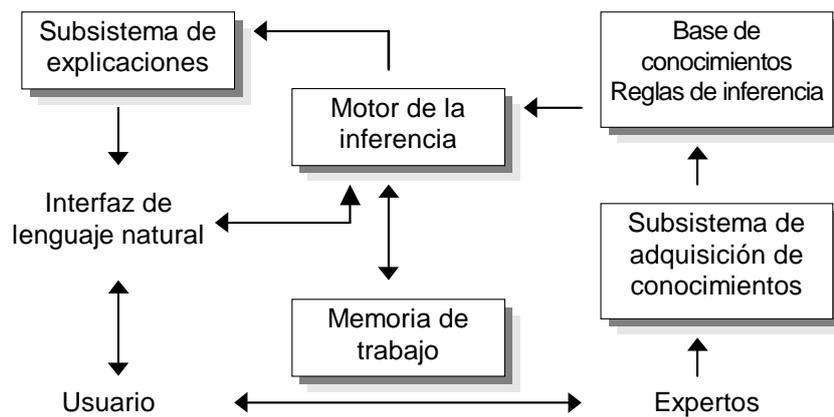
La organización más común para los tutoriales inteligentes es la tecnología de sistemas expertos, software de aplicación que guía su comportamiento de acuerdo con conocimiento expresado como una base de reglas. Los *sistemas expertos* son aplicaciones de diagnóstico y asesoramiento basadas en el conocimiento que imitan la estrategia intelectual de los expertos en la resolución de problemas ; se basan en la idea de " *extraer grandes cantidades de información de los expertos acerca de un problema de ámbito general, codificarlo en un sistema, y aplicarlo luego a la solución de ocurrencias individuales del problema cuando se presentan*" (MATZKEVICH y ABRAMSON, 1995: 2). ALTER (1996: 228) señala que el desarrollo de sistemas de este tipo está justificado por cuatro razones genéricas, plenamente aplicables al área de la enseñanza:

1. La conservación del conocimiento de los expertos. En efecto, el tutorial no son sino una expresión del conocimiento científico acumulado en un área específica y contribuye, en este sentido, a su preservación.
2. Mejora del rendimiento de las personas menos experimentadas, el objetivo fundamental del sistema de enseñanza.
3. Imposición de alguna consistencia procedimental en la forma en que las personas realizan ciertas actividades. La finalidad del tutorial no es sencillamente la transmisión de conocimiento, debe aspirar también a promover estrategias de razonamiento y prácticas de trabajo reconocidamente válidas.

Internamente, el sistema experto está organizado por cinco módulos que operan coordinadamente (MENGUZZATO y RENAU, 1992: 408): una base de conocimiento, una memoria primaria, un motor de inferencia, un subsistema de explicaciones, y un subsistema de actualización. La base de conocimiento contiene las reglas que guían la actuación del sistema, que se amplían y adaptan periódicamente mediante un *sistema de actualización* dedicado; las reglas en uso así como los rasgos descriptivos del problema en curso se almacenan en la memoria primaria. El usuario puede obtener información sobre la traza de razonamiento generada por el *motor de inferencia* y analizar críticamente la validez la propuesta final a través de un *subsistema de explicaciones* que actúa como interfaz de usuario.

¹⁷ Esta función directora no es intrínsecamente indeseable aunque debería garantizarse que el alumno goza de cierto grado de libertad operativa, preciso para el desarrollo de su creatividad.

Ilustración 2. Estructura de un sistema experto



(Fuente: MENGUZZATO Y RENAU, 1992: 408)

El factor crítico de éxito del sistema experto es la pertinencia del conocimiento atesorado en la base, lo que traslada el centro de atención hacia dos actividades: el desarrollo de reglas coherentes con el conocimiento disponible, y su actualización a medida que se descubre nueva información relevante. Este proceso puede abordarse mediante la introducción directa de datos pero, como han señalado EL-NAJDAMI y STYLIANOU (1993: 63), "(...) *el sistema podría aprender también por analogía, por ejemplo, y por descubrimiento*". Entre las opciones señaladas en este sentido se halla el denominado *aprendizaje por ejemplos*, en el que el sistema experto infiere reglas de decisión a partir del examen de casos, reales o hipotéticos.

Sin embargo también pueden obtenerse resultados educativos satisfactorios con el uso de herramientas de simulación no utilizan técnicas de inteligencia artificial: GREENLAW (1999) señala cómo un sistema de soporte al trabajo cooperativo de tipo pasivo (sin aptitudes inteligentes específicas) y diseñado originariamente para la docencia cara a cara, fue también utilizado para realizar actividades no presenciales y asíncronas. DANIEL (1999: 166 y ss.) ofrece una revisión del uso de Internet, un recurso intrínsecamente pasivo, en la enseñanza de Economía.

La simulación resulta particularmente deseable en disciplinas o áreas de conocimiento en las que la experimentación sobre sistemas reales es difícil, costosa o sencillamente inviable; tal es el caso de, entre otras, la macroeconomía, muchos aspectos de planificación y gestión financiera, la sociología, y la medicina, aunque es interesante señalar que sus aplicaciones no están limitadas a las ciencias de la naturaleza ni a las disciplinas exactas.

En el caso de las disciplinas sociales el éxito de la simulación ha sido relativamente limitado, en gran medida como consecuencia de la complejidad intrínseca de la realidad humana; por ello las herramientas de simulación se han venido utilizando preferentemente en la modelización de procesos muy estructurados, aunque cabe esperar que el desarrollo de los lenguajes de programación y de los sistemas de gestión del conocimiento hagan posible su ampliación a otras áreas de conocimiento más abstractas. De hecho las humanidades y las ciencias sociales y jurídicas son un área de aplicación particularmente atractiva debido a la imposibilidad de realizar experimentación directa. Por ejemplo, podría diseñarse una herramienta de simulación para ilustrar el procedimiento de instrucción de sumarios judiciales, destinada a alumnos de Derecho y otras disciplinas adyacentes como Ciencias Empresariales o Graduado Social: el simulador podría clarificar aspectos inciertos o controvertidos, y servir asimismo como soporte para la realización de prácticas sobre supuestos reales. SIMKINS (1999: 281) describe un modelo para la simulación de la dinámica de trabajo de un organismo regulador de un mercado financiero, como podría ser la Reserva Federal de EEUU (FED), destinado a alumnos de Economía.

La simulación en la enseñanza persigue una finalidad semejante a la de las interrogaciones *What if...?* en el caso de los sistemas de soporte a la decisión (DSS) empresariales: se trata de recrear, con el mayor realismo posible, la naturaleza íntima procesos o entidades reales para, a continuación, servirse del modelo para ensayar las consecuencias de decisiones alternativas. Precisamente la principal deficiencia de las herramientas educativas de simulación es su excesiva simplicidad: no se recogen todas las entidades relevantes ni las relaciones de causa - efecto existentes entre ellas, por lo que con frecuencia la simulación ofrece resultados inesperados o incluso manifiestamente erróneos, lo que redundaría en desconfianza y pérdida de interés por parte de los alumnos.

Una interesante opción es la de plantear supuestos que los alumnos deben resolver utilizando herramientas teóricas conocidas o, en su caso, investigando posibles soluciones alternativas, lo que se conoce como *aprendizaje por resolución de problemas* (ALAVI, 1994). SIMKINS (1999: 283) sugiere el uso de Internet como marco tecnológico para un juego de empresa basado en la negociación de contratos virtuales de futuros financieros en un mercado electrónico. La tecnología desempeña, en este caso, tres funciones genéricas:

1. Ofrecer acceso a recursos adicionales de información: catálogos electrónicos de bibliotecas, revistas a texto completo, webs universitarias y de centros de investigación, etc. El acceso a fuentes de información adicionales es indispensable para formar el espíritu investigador y el sentido crítico del alumno.

2. Ofrecer recursos de cómputo para la elaboración material del trabajo (por ejemplo, para la ejecución de cálculos matemáticos, estadísticos y econométricos).
3. En caso de que el problema sea examinado por un grupo cooperativo, proporcionarle recursos para el intercambio de ideas, el debate y, en general, la comunicación.

Finalmente puede sugerirse que el alumno utilice un simulador virtual para verificar la eficacia de la solución propuesta en condiciones cuasi-reales en el marco de un proceso dinámico de prueba y error: en caso de detectarse deficiencias o efectos indeseables, sus causas y consecuencias podrían ser utilizadas para rectificar la propuesta con carácter previo a su formulación definitiva. El alumno podría profundizar en el examen de la estructura de la realidad, de sus elementos y procesos más relevantes y de las relaciones de causalidad existentes entre ellos, y adquirir así un conocimiento práctico más valioso que la simple contemplación teórica.

3.2.3. Herramientas de soporte al trabajo cooperativo

Uno de los elementos característicos de la nueva organización docente podría ser la cooperación, particularmente en el caso de la enseñanza asistida por ordenador de carácter presencial. En sus distintos grados y modalidades la cooperación ha sido señalada como un ingrediente indispensable del proceso de transmisión y adquisición de conocimiento, junto con la resolución de problemas y el ejercicio de una predisposición activa hacia la participación. La cooperación, señala ALAVI (1994: 161-162), "*mejora el aprendizaje permitiendo que las personas ejerciten, verifiquen, solidifiquen y mejoren sus modelos mentales a través de la discusión y la compartición de información durante el proceso de resolución de problemas (es decir, mientras trabajan en las tareas académicas asignadas)*"; desplaza el enfoque de la enseñanza desde la memorización, característica de la lección magistral, hacia el desarrollo de cualidades intelectuales como el sentido crítico, o la investigación. Se espera asimismo que los estudiantes implicados en modelos de colaboración participativa exhiban mayor rendimiento académico y mayor satisfacción.

Una consecuencia inmediata de la elección de modalidades de enseñanza cooperativa es el estudio de la conveniencia de utilizar herramientas basadas en las tecnologías de la información para mejorar la dinámica de grupo.

Existe, en efecto, una amplia base de conocimiento científico acerca de las implicaciones sociales del trabajo cooperativo y sobre las posibles fortalezas de las distintas configuraciones de sistemas de soporte al trabajo cooperativo, acumulada durante más de dos décadas de investigación. Los sistemas de grupo respaldan la comunicación y estructuran su trabajo mediante un sistema de software de aplicación que, basado en una infraestructura de red local, ofrece recursos de soporte a la decisión propiamente dichos así como técnicas para organizar la dinámica de trabajo del grupo: herramientas de generación de ideas, técnicas de negociación, métodos para asegurar la participación equitativa, sistemas de votación, etc.

Las tablas adjuntas muestran solo una parte de los resultados de una pequeña fracción de los trabajos desarrollados en los ochenta y primeros noventa acerca de la utilización de sistemas de soporte a la decisión de grupo (GDSS) en la empresa¹⁸, en relación a dos aspectos clave de éxito: el efecto sobre la *calidad* de las decisiones adoptadas por los grupos, y la capacidad para mejorar la dinámica de trabajo del grupo, en sus distintos aspectos (participación, equidad, convergencia en el consenso, satisfacción, etc.). Trasladadas a términos educativos, estas aptitudes se corresponden con la calidad del aprendizaje y la satisfactoriedad de la interacción, entendidas en sentido amplio para albergar no sólo a la adquisición de conocimiento sino también al desarrollo de aptitudes intelectuales valiosas para la vida laboral y para el desarrollo personal del alumno.

Los trabajos considerados en el ámbito empresarial conducen a la paradójica conclusión de que no existen evidencias sólidas en cuanto a la conveniencia o no de utilizar herramientas de soporte al trabajo cooperativo, al menos desde el punto de vista de las características y atributos considerados: a la ausencia de evidencias estadísticamente significativas en muchos aspectos se añade el carácter contradictorio de los resultados experimentales. En algunos casos esta debilidad puede justificarse por la propia configuración de las pruebas - características sociodemográficas de los participantes, método de selección de la muestra, tipo de actividad encomendada, metodología estadística de trabajo, etc. - pero con frecuencia las deficiencias radican en la propia evidencia empírica. La consecuencia más inmediata es la imposibilidad de confirmar si el uso de herramientas basadas en las tecnologías de la información permite mejorar el rendimiento de los grupos que desarrollan actividades de naturaleza cooperativa.

¹⁸ Puede hallarse una completa recopilación de estos trabajos en PIÑEIRO (1999).

Tabla 2. Implicaciones del GDSS sobre la calidad de las decisiones

Trabajo	Nivel	N	Δ calidad decisión	Δ creatividad	Δ potencial de consenso	Coordinador / calidad decisión
TUROFF y HILTZ (1982)	1		++		?	-
SIEGEL <i>et al.</i> (1986)	1	3			++	
SPROULL y KIESLER (1986)	1	v	°			
GALLUPE <i>et al.</i> (1988)	1	3	++	++	++	
JARVENPAA <i>et al.</i> (1988)	1	7	++	-	-	
NUNAMAKER <i>et al.</i> (1988)	2	V	?	++	- / ?	
WATSON <i>et al.</i> (1988)	1	3 ó 4			?	
MCCARTT y ROHRBAUGH (1989)	2	V	++			
BEAUCLAIR (1990)	2	V	?	?		
DENNIS <i>et al.</i> (1990)	1 [2]	V	?	++		
GALLUPE y McKEEN (1990)	1	3	-			
GEORGE <i>et al.</i> (1990)	2	6	?	?	++	?
NUNAMAKER <i>et al.</i> (1991)	2	V	Anonimato : ? Tamaño : ++	Anonimato : ++ Tamaño : ++		
POOLE <i>et al.</i> (1991)	2	3 / 4		-	?	
TYRAN <i>et al.</i> (1992)	2	V		++		
CHIDAMBARAM y JONES (1993)	2	3/4	-	++		
ANSON <i>et al.</i> (1995)	2	6/7	-	++		-
WEISBAND <i>et al.</i> (1995) (EXP. 1)	1	3				
WEISBAND <i>et al.</i> (1995) (EXP. 2)	1	3				
WEISBAND <i>et al.</i> (1995) (EXP. 3)	1	3				

Nivel del sistema: 1 = solo comunicación 2 = comunicación 3 = aplicaciones de inteligencia artificial

Evidencias: ++ Evidencia positiva +' Evidencia positiva parcial ¿ Sin evidencia suficiente - Evidencia negativa -' Evidencia negativa parcial

N: Tamaño del grupo

Tabla 3. Implicaciones del GDSS sobre el rendimiento social del grupo

Trabajo	Nivel	N	Δ tiempo de consenso	Δ equidad	Δ satisfacción	Δ desinhibición	Anonimato / desinhibición	Comentarios generados
TUROFF y HILTZ (1982)	1			¿				¿
SIEGEL <i>et al.</i> (1986)	1	3	++	++		++	++	++
SPROULL y KIESLER (1986)	1	v		++		++		
GALLUPE <i>et al.</i> (1988)	1	3			+'			
JARVENPAA <i>et al.</i> (1988)	1	7		?	-			-
NUNAMAKER <i>et al.</i> (1988)	2	V	++	++	+'	++	++	++
WATSON <i>et al.</i> (1988)	1	3 ó 4		?				
MCCARTT y ROHRBAUGH (1989)	2	V			+'			
BEAUCLAIR (1990)	2	V		-				
DENNIS <i>et al.</i> (1990)	1 [2]	V	-		++		+	
GALLUPE y McKEEN (1990)	1	3	++	++	-			
GEORGE <i>et al.</i> (1990)	2	6	++	++	?	?	?	
NUNAMAKER <i>et al.</i> (1991)	2	V			Anonimato : ? Tamaño : ++			
POOLE <i>et al.</i> (1991)	2	3 / 4	?	-				?
TYRAN <i>et al.</i> (1992)	2	V		++	++			
CHIDAMBARAM y JONES (1993)	2	3/4	-'					
ANSON <i>et al.</i> (1995)	2	6/7			++			
WEISBAND <i>et al.</i> (1995) (Exp. 1)	1	3		-		-	-	
WEISBAND <i>et al.</i> (1995) (Exp. 2)	1	3		+'		++		
WEISBAND <i>et al.</i> (1995) (Exp. 3)	1	3		+'		+'	-	

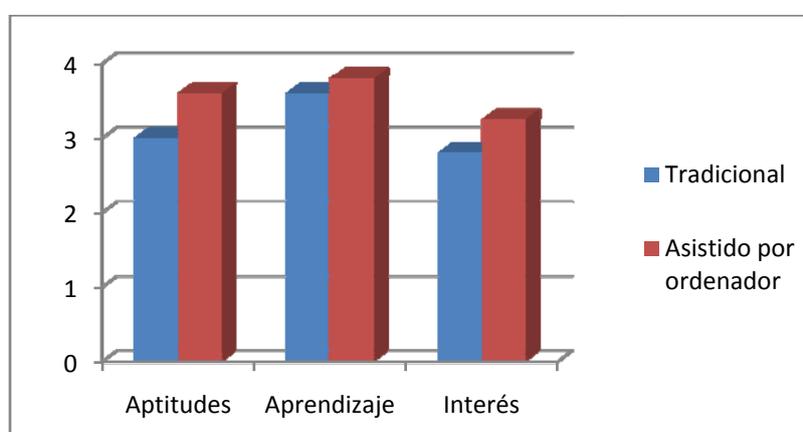
Nivel del sistema: 1 = solo comunicación 2 = comunicación 3 = aplicaciones de inteligencia artificial

Evidencias: ++ Evidencia positiva +' Evidencia positiva parcial ¿ Sin evidencia suficiente - Evidencia negativa -' Evidencia negativa parcial

N: Tamaño del grupo

ALAVI (1994) ensayó el uso de un sistema de soporte para respaldar la realización cooperativa de tareas académicas por parte de estudiantes superiores de sistemas de información que interactuaban cara a cara; los participantes evaluaron subjetivamente su rendimiento en los entornos tradicional y automatizado, y fue este último el que obtuvo valoraciones sistemáticamente superiores (Ilustración 3). El entorno asistido por ordenador fue también reconocido por su capacidad para mejorar la dinámica general de trabajo del grupo en cuestiones como el acceso a la experiencia de los demás alumnos *sin necesidad de preguntarles expresamente*, la agregación de ideas, o la motivación¹⁹.

Ilustración 3. Valoración comparativa subjetiva



(Fuente: ALAVI, 1994: 171)

Se halló asimismo que los alumnos que habían participado en la experiencia obtuvieron calificaciones finales significativamente superiores al promedio, si bien las diferencias en los exámenes intermedios no eran significativas. Este *salto cualitativo* podría estar vinculado con el aprendizaje por la resolución de problemas, que se ha presentado en la literatura como una opción deseable desde el punto de vista de dinamización y la calidad de la enseñanza y, también, a la transmisión de información más rica en matices, más expresiva²⁰.

¹⁹ La prueba padecía ciertas debilidades de diseño, por ejemplo la ausencia de aislamiento entre los grupos experimental y de control, y las diferencias en su tamaño.

²⁰ PETERSON (2000) ha ensayado el uso de sistemas de información geográfica (GIS) en la enseñanza de Economía: de igual forma que la desagregación de los datos de acuerdo con criterios sociales o económicos permite comprender más detalladamente las relaciones socioeconómicas existentes en la realidad, la incorporación de referencias demográficas contribuye a *humanizar* la exposición de los conocimientos teóricos y los datos estadísticos (p. 170). El resultado son mapas perceptuales en los que distintos colores, tonos, o

El uso de aplicaciones de enseñanza asistida por ordenador en general, y de herramientas de trabajo cooperativo en particular, puede estar en un primer momento limitado por los conocimientos previos en cuanto al uso de software de aplicación aunque su amigabilidad debería ser suficiente para superar las reticencias iniciales (MANNING y RIORDAN, 2000: 248 y 250). Los autores hallaron que los alumnos que utilizaban herramientas de soporte se mostraban más satisfechos, participaban más activamente, ejercitaban mayor orientación a la tarea²¹, y eran menos remisos a expresar sus opiniones en relación a los alumnos implicados en métodos docentes tradicionales (GREENLAW, 1999: 39), precisamente porque se ven impulsados a cuestionar sistemáticamente sus asunciones iniciales y a buscar cuanta información adicional sea posible; una consecuencia de ello es que la perspectiva unívoca y *uniformizadora* del docente se reemplaza por la visión multidimensional del grupo de alumnos²².

3.2.4. Herramientas de apoyo. Enciclopedias y diccionarios electrónicos. INternet

El multimedia, la tecnología de hipervínculos, y el CD-ROM son también el fundamento de las denominadas enciclopedias electrónicas, herramientas virtuales que se constituyen en una inestimable fuente de recursos de información complementaria al material de trabajo propiamente dicho.

El rasgo característico de las enciclopedias multimedia es la combinación de datos en múltiples formatos, y su integración en un interfaz común que el usuario controla dinámicamente mediante *hipervínculos*. El concepto de hipervínculo tiene su origen en la noción de *hipertexto* acuñada por NELSON en el año 1965 para hacer referencia a un modelo de organización de los datos en el que los elementos relacionados se conectan mediante enlaces virtuales que el usuario puede utilizar selectivamente para *saltar* hacia otros datos o referencias de interés, con independencia de la ubicación física y lógica de cada elemento de dato²³. En la Ilustración 4 se muestra la reseña del concepto de *cibernética* en una enciclopedia electrónica, que puede ser utilizada para acceder a la biografía y una fotografía de quien ha sido sin duda su más insigne investigador, NORBERT WIENER; a continuación el usuario podría hacer *click* sobre cualesquiera de las palabras activas (por ejemplo,

tamaños de iconos expresan la cuantía relativa de estas magnitudes económicas y que, se espera, contribuirán a la fijación de conocimientos en los alumnos. Véase, en relación al concepto de *riqueza*, DAFT y LENGEL (1986).

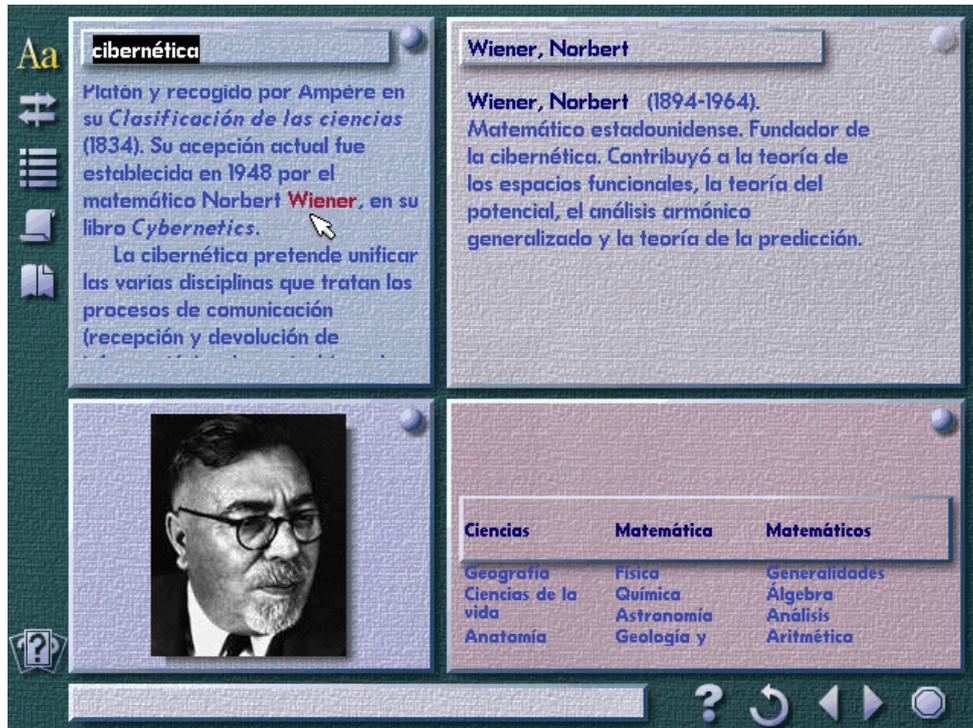
²¹ El grado de orientación a la tarea ofrece una visión sobre el nivel de dispersión del esfuerzo del individuo y el grupo: una mayor orientación implica una concentración específica en el problema más que en cuestiones accesorias o completamente ajenas al mismo, lo que en la práctica representa un grado superior de rendimiento. WALBERG y PAIK (2000: 9) destacan que "*los estudiantes más centrados en alcanzar los objetivos educativos tienen más facilidad para dominar los contenidos de aprendizaje (...) La cantidad de aprendizaje obtenido refleja tanto el tiempo de estudio como el enfoque centrado en el currículum.*"

²² El concepto de uniformización se utiliza desprovisto de cualquier connotación peyorativa para hacer referencia exclusivamente a la existencia de una única visión del conocimiento, la utilizada por el profesor; la pluralidad del grupo no es tampoco aceptable de antemano ya que, sin perjuicio de la existencia de un consenso, la visión puede carecer de todo fundamento científico.

²³ Estos datos pueden residir en un mismo documento, en varios documentos dentro de una misma máquina, o en varios equipos, locales o remotos. En el caso de Internet y las redes locales basadas en TCP/IP existe un método sencillo y eficiente de especificar la ubicación del recurso, el URL (*Uniform Resource Locator*).

teoría, o Ampère) y saltar a un registro en el que se le ofrecen una breve descripción del concepto de teoría y de la biografía de AMPÈRE, respectivamente.

Ilustración 4. Una enciclopedia multimedia basada en la tecnología de hipervínculos



(Fuente: Enciclopedia Multimedia Salvat)

En cualquier caso es preciso realizar dos consideraciones acerca del uso de la tecnología de hipervínculos en los recursos multimedia educativos: en primer lugar, el hecho de que muchas aplicaciones pretendidamente hipertextuales son, en realidad, recursos planos y conductivos; en segundo lugar, que la organización hipermedia no es una característica esencial, verdaderamente necesaria, de los recursos educativos.

La mera existencia de elementos activos, como palabras o botones de control, no presupone en sí misma la existencia de un sistema de hipervínculos propiamente dicho: un sistema de información basado en el concepto de hipertexto supone una estructura multidimensional de tipo reticular a lo largo de la cual el usuario puede desplazarse con total libertad, siguiendo un camino personal que se crea espontáneamente a medida que interactúa con el sistema. Por el contrario, muchas aplicaciones pretendidamente hipermedia ofrecen únicamente elementos activos que actúan como punteros de acceso rápido a ciertos elementos clave de información; poseen por tanto

una estructura esencialmente plana que, lejos de facilitar la navegación, la conduce o dirige a través de un número limitado de caminos predefinidos (Ilustración 5).

En la educación, como en la empresa, *la tecnología es un elemento facilitador que desempeña un papel instrumental en la puesta en práctica de ideas, modelos o propuestas teóricas*; en este sentido la incorporación de la tecnología de hipertexto no es, en sí misma, significativa ni valiosa a menos que se utilice para disponer una organización más útil y eficiente de la información; con frecuencia el desarrollo de los tutoriales y enciclopedias electrónicas responde a criterios de atractivo visual y verdadero virtuosismo artístico, y se olvida que el verdadero factor de éxito es la capacidad para utilizar convenientemente estos recursos tecnológicos en aplicaciones realmente valiosas que solucionen necesidades del proceso de enseñanza. En este sentido LAURILLARD (1993) ha señalado que la tecnología hipertexto aporta muy pocas utilidades al proceso educativo ya que no proporciona un discurso continuo de conocimiento²⁴, no es adaptativa ni interactiva, ni refleja las condiciones subjetivas del alumno.

Ilustración 5. Ventana de una enciclopedia electrónica no hipermedia



(Fuente: *El Cuerpo Humano 2.0*)

²⁴ Plantea, en efecto, el riesgo de que el alumno *disperse* su esfuerzo desplazándose a lo largo de la información sin llegar a comprender en absoluto su significado, de manera que sería incapaz de consolidar nuevo conocimiento y no existiría proceso alguno de enseñanza.

Las enciclopedias electrónicas contienen datos en muy diferentes formatos: dominan los elementos textuales, debido a las limitaciones del formato CD-ROM, pero también existe cierto número de imágenes (tanto fotografía como gráficos), de vídeo y animaciones, y de sonidos; el usuario puede acceder a esta información a través de distintos procedimientos, desde la búsqueda por palabras clave hasta la selección temática (cuadrante inferior derecho, en la Ilustración 4). La progresiva transición hacia el soporte DVD solucionará sin duda muchas de las limitaciones de capacidad y velocidad observadas en el software enciclopédico actual.

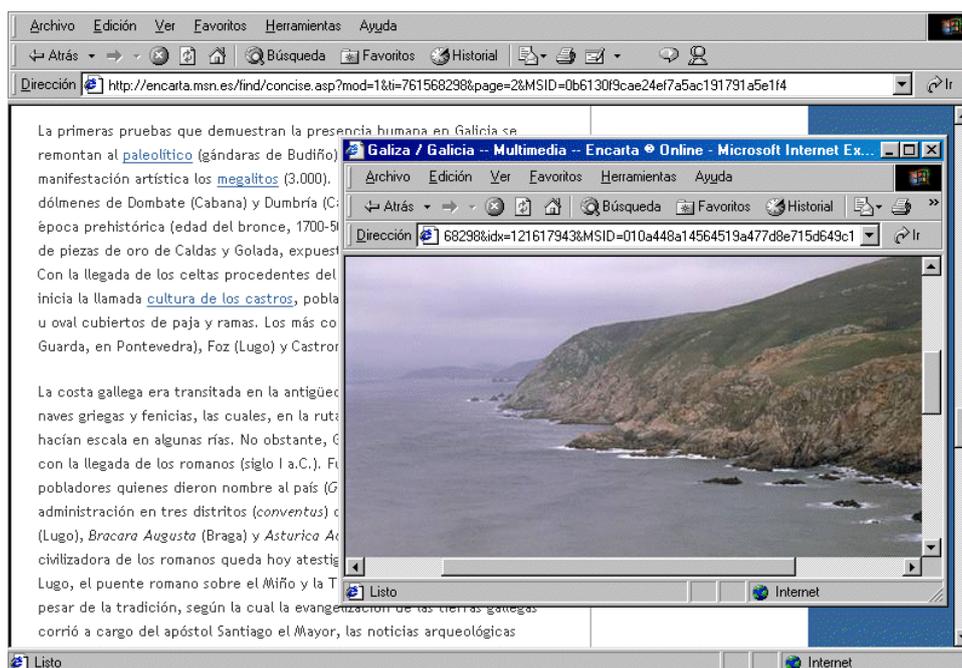
La distribución de los recursos enciclopédicos sigue en este momento dos caminos divergentes y al mismo tiempo complementarios: los productos comerciales se ofrecen en soporte CD-ROM y DVD porque la instrumentación en un sustrato físico favorece el control de los derechos de propiedad intelectual a través del sistema de licencias, aunque estos mismos productos suelen ofrecer opciones para la actualización periódica de la base de información desde sitios en Internet. Por el contrario los recursos gratuitos se ofrecen directa y exclusivamente desde la red porque ello reduce el coste de distribución y facilita su difusión y conocimiento públicos, en algunos casos como paso previo a la adopción de políticas comerciales específicas²⁵. Entre las enciclopedias en Internet más visitadas se hallan la *Enciclopedia Británica* (<http://www.britannica.com>) y *Microsoft Encarta* (<http://encarta.msn.es>) (Ilustración 6), que ofrecen acceso limitado a una parte de sus recursos incluyendo artículos de texto, imágenes y un pequeño número de vídeos²⁶.

La provisión de servicios en Internet ofrece notables ventajas operativas en relación al modelo de distribución en soportes físicos; por ejemplo, el usuario puede acceder a la información desde cualquier equipo con conexión a la red, sin necesidad de disponer físicamente del CD-ROM o DVD enciclopédico, y debería recibir un servicio de mejor calidad ya que el editor puede mantener al día la base de conocimiento de forma regular y sistemática sin incurrir en los costes provocados por la edición y distribución de discos de actualización. La propia Internet es, en sí misma, una extraordinaria base de información y servicios de comunicación relevantes desde el punto de vista educativo (SIMKINS, 1999).

²⁵ Entre ellas se halla el cobro por el uso del recurso pero, también, otras alternativas como la recopilación de información comercial a través de formularios, registros de usuarios, o *cookies*.

²⁶ http://www.encyclopedias.com/Ficheros_web/enlinea.htm ofrece una amplia recopilación de links a recursos enciclopédicos.

Ilustración 6. Una página de Microsoft Encarta en Internet



Un segundo de herramientas educativas complementarias son los *diccionarios* que, como las enciclopedias, han experimentado una profunda transformación con la aplicación de la tecnología hipermedia. A modo ejemplificativo, la Ilustración 7 muestra el funcionamiento de un diccionario en línea en Internet capaz de ofrecer definiciones y traducciones en más de doce idiomas para términos contenidos en cualquier documento editable; la aplicación, que puede utilizarse en línea o fuera de línea, actualiza periódicamente el contenido de sus diccionarios y proporciona dos servicios adicionales de interés: acceso a glosarios de términos por áreas de conocimiento, y recursos para la conversión de divisa de acuerdo con tipos de cambio revisados periódicamente, y para la obtención de equivalencias horarias y de distintas unidades de medida.

Ilustración 7. Un diccionario en línea



Los glosarios son una herramienta didáctica ideal, en particular cuando se trata de disciplinas altamente especializadas o de áreas de conocimiento que, como la informática y la telemática, están sometidas a un dinamismo especialmente intenso. Por su parte las herramientas de conversión pueden ser utilizadas eficazmente en la enseñanza y la práctica de distintas áreas de conocimiento, desde la economía hasta las ciencias de la naturaleza, o la electrónica.

Ilustración 8. Una herramienta de conversión



Una extensión natural de las enciclopedias virtuales en particular, y de los tutoriales y sistemas de apoyo a la enseñanza en general, es la incorporación de instrumentos virtuales que simulan utilidades reales como los marcapáginas, los blocs de papel, los papeles de notas, o las hojas de esquemas. Se trata en definitiva de convertir al tutorial en un verdadero sistema de información personal que el usuario pueda configurar y actualizar a la medida de sus necesidades añadiendo marcadores, nuevos ficheros de texto, imágenes, punteros a recursos en Internet, etc²⁷.

3.3. IMPLICACIONES SOCIALES DE LA ENSEÑANZA ASISTIDA POR ORDENADOR

La introducción de las tecnologías de la información en el aula plantea cambios radicales en la dinámica social implícita en el proceso de enseñanza, tanto si ésta es presencial como si las personas interactúan de forma remota.

Supuesto en primer lugar un modelo presencial, los alumnos se agruparán en pequeños equipos y desarrollarán actividades de forma cooperativa por lo que cuestiones como la elección del criterio de agrupación, la organización del trabajo, la promoción de la cooperación y la participación, o la selección de los instrumentos tecnológicos devienen en decisiones críticas. El profesor mantiene su papel de responsabilidad en cuanto a la especificación del programa, la organización de las clases, y la preparación de materiales pero, a medida que el aula acoge una dotación creciente de recursos tecnológicos, se hace cargo también de funciones cada vez más importantes en materia de coordinación y asistencia técnica al alumno; paralelamente los alumnos reciben mayor libertad para desarrollar su trabajo, pero deben asumir una responsabilidad creciente sobre su propia educación. Este planteamiento entronca con el ideario desescolarizador en el sentido de que exige del alumno un compromiso formal por su formación, aunque difiere radicalmente de él en la medida en que se mantiene el carácter reglado de la educación.

En el caso de la educación superior esta libertad es beneficiosa para la formación del alumno en la medida en que le ofrece a éste una oportunidad para aplicar su conocimiento en problemas reales y desarrollar la capacidad de investigación: con frecuencia el profesor especificará únicamente el objetivo a cumplir (buscar información sobre un tema específico, solucionar un problema, elaborar un estudio, etc.) y los alumnos deberán seleccionar las metodologías de trabajo

²⁷ En la medida en que el soporte material del tutorial suele ser no escribible, la información personalizada suele guardarse en el disco duro del ordenador. Una consideración inmediata es la necesidad de habilitar procedimientos para archivar ordenadamente esta información personal en un soporte seguro.

más adecuadas y examinar críticamente las fuentes de información para desechar los datos triviales o de importancia secundaria (lo que se ha denominado *método del caso*).

Esta estrategia de trabajo, aplicable a la enseñanza presencial y remota, es obviamente más productiva que el método tradicional, consistente en plantear problemas que se resuelven mecánicamente utilizando metodologías y datos conocidos *ex ante*, y posee notables paralelismos con la organización de grupo sugerida por DURKHEIM, DEWEY y COUSINET en la medida en que se destaca el efecto sinérgico del trabajo cooperativo.

Además de los manuales convencionales y la lección que en su caso imparta el profesor, los alumnos poseen acceso a recursos adicionales localizados en Internet o en la propia Intranet de la institución educativa; este planteamiento supone la ruptura del modelo de comunicación unidireccional profesor - alumno característico de la enseñanza, en la medida en que éste puede adquirir información en fuentes muy distintas. Al mismo tiempo se abren nuevos canales de comunicación entre los alumnos que, agrupados en pequeños equipos de trabajo, utilizan una combinación de canales convencionales (la comunicación verbal dentro del grupo de trabajo) y electrónicos (comunicación intergrupala) para desarrollar las tareas que se les han encomendado y mantener la coordinación. El concepto de cooperación adquiere un papel nuclear en el proceso de enseñanza.

El principal inconveniente hallado en las experiencias prácticas en este sentido es la débil formación del profesorado en materia de tecnologías de la información que, con frecuencia, se ve superado por los conocimientos de sus alumnos, aunque es interesante observar que en otros casos los profesores se vieron obligados a prestar un apoyo intensivo a sus alumnos. Se sigue de ello la importancia de que el proceso educativo asuma como propia la enseñanza de las tecnologías de la información desde el punto de vista del usuario y que esta formación se imparta desde los primeros años de escolarización y con carácter general a todas las personas con independencia de su futura especialización profesional. Cada vez más el ejercicio de actividades sociales y económicas depende de la capacidad de utilizar eficientemente aplicaciones de las tecnologías de la información, de ahí la importancia de desarrollar las aptitudes para su uso.

A todo ello se añade la existencia de procesos de dinámica de grupo que pueden afectar negativamente al rendimiento del alumno, más intensos en el caso de la enseñanza a distancia ya que el contacto personal es, en ella, más débil. El papel de las tecnologías es el de ofrecer soluciones capaces de atenuar estos efectos indeseables.

En efecto, no puede omitirse el hecho de que el proceso de educación y la enseñanza son procesos sociales, en la medida en que suponen flujos de comunicación en colectivos humanos. Los trabajos en relación a la conducta de las personas implicadas en actividades de grupo muestran cómo las estrategias de intercambio de información, la tendencia a participar, la disposición para compartir con sinceridad toda la información posible, y la voluntad para debatir constructivamente

están afectadas por un conjunto de fenómenos de dinámica de grupo que pueden distorsionar la comunicación y afectar desfavorablemente a la calidad del proceso educativo. Se sigue de ello la relevancia de determinar las condiciones que favorecen la participación y la cooperación dentro del grupo.

4. RECURSOS DE COMUNICACIÓN

La enseñanza asistida por ordenador se ha concebido, tradicionalmente, como un proceso de interacción entre un usuario singular y un equipo informático; sin embargo el desarrollo de los servicios telemáticos en general, y de Internet en particular, ha abierto un amplio abanico de nuevas configuraciones basadas en el uso de recursos remotos, y en una comunicación más rica e interactiva. En particular, Internet permite acceder a una amplia variedad de recursos de información de naturaleza remota, que no se hallan dentro de la red local de una institución educativa en particular; entre ellos se hallan algunas bases de datos pero, también, medios de otras instituciones educativas así como un extraordinario número de recursos ofrecidos por organismos públicos, instituciones privadas, y particulares: software, prensa, revistas especializadas, recursos educativos, información profesional, noticias clasificadas, etc.

Gran parte de este material posee algún tipo de valor educativo ya que, además de constituir una ventana abierta a la realidad, ofrecen un abundante caudal de material práctico útil para documentar y ampliar aspectos específicos del programa docente, suscitar el interés del alumno para debatir cuestiones de relevancia, o servir de base para proponer trabajos *ad hoc*.

4.1. BASES DE DATOS Y RECURSOS EN INTERNET

Internet es el resultado de la evolución y el desarrollo técnico de ARPANET²⁸, una red experimental diseñada en los últimos sesenta en la que se ensayó el modelo de *conmutación de paquetes*, una estrategia de transmisión alternativa a la conmutación de circuitos que, se esperaba, mejoraría la resistencia de la infraestructura en las condiciones más duras.

4.1.1. De ARPANET a la World Wide Web

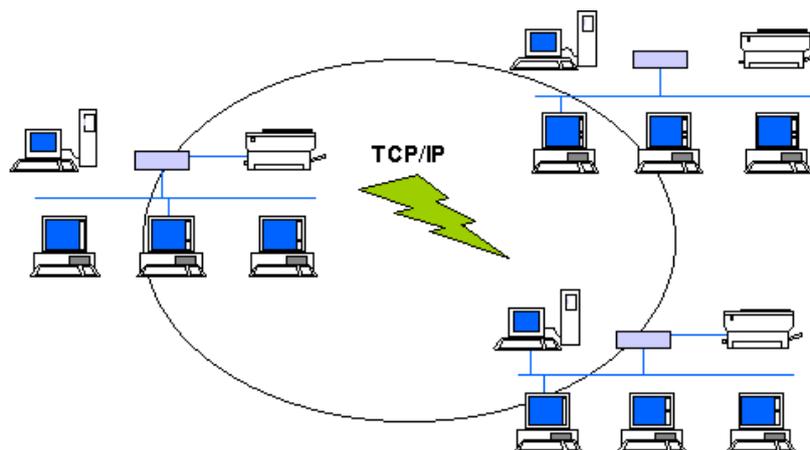
ARPANET entró en servicio en Septiembre de 1969 y durante los años setenta se amplió con la progresiva incorporación de nodos universitarios y de centros de investigación, y se crearon las primeras conexiones internacionales (1973); en 1974 se reemplazó el protocolo de control de red (NCP) por el protocolo de control de transmisiones (TCP), que junto con el protocolo de Internet (IP) constituye la base técnica fundamental de la actual Internet²⁹. También en los setenta se

²⁸ ARPA, *Agencia de Proyectos Avanzados para la Defensa*.

²⁹ La pila TCP/IP se puso en funcionamiento el 1 de Enero de 1983, sustituyendo al protocolo de control de red (NCP) originario de ARPANET.

crearon las primeras estructuras institucionales de la red³⁰ y se gestó su apertura más allá del entorno de investigación militar: apareció *Telnet*³¹ como primera aplicación comercial, y en 1979 se creó el primer grupo de discusión USENET en la Universidad de Carolina del Norte. A finales de los setenta la red albergaba, bajo la autoridad del Departamento de Defensa, a más 200 ordenadores principales.

Ilustración 9. Internet como red de redes



Durante los ochenta y noventa Internet se convirtió en una red de redes con la progresiva conexión de estructuras corporativas, institucionales e intercontinentales, y se entregó definitivamente a la iniciativa privada. Europa se incorporó a la naciente Internet con la interconexión de ARPANET con EUNET, una red paneuropea de sistemas UNIX creada en 1982. Avanzada la década la red se desmilitarizó, y la *Fundación Nacional para la Ciencia* (NSF) de EEUU elaboró un plan para vincular cinco centros de supercomputación³² y ofrecer sus recursos a la comunidad investigadora; paralelamente los proveedores de servicios de telecomunicaciones europeos y americanos, como MCI y CompuServe, empezaron a ofrecer acceso a la red para empresas y usuarios particulares. El crecimiento de la red vino acompañado de las primera amenazas para su seguridad: el 1 de Noviembre de 1988 se propagó el primer virus de Internet, un gusano que infectó al 10% de los 60.000 equipos conectados en aquel momento.

³⁰ El *Internet Configuration Board*, posteriormente transformado en el *Internet Activities Board* y más recientemente en el actual *Internet Architecture Board* de la *Internet Society*, fue creado por ARPA en 1975.

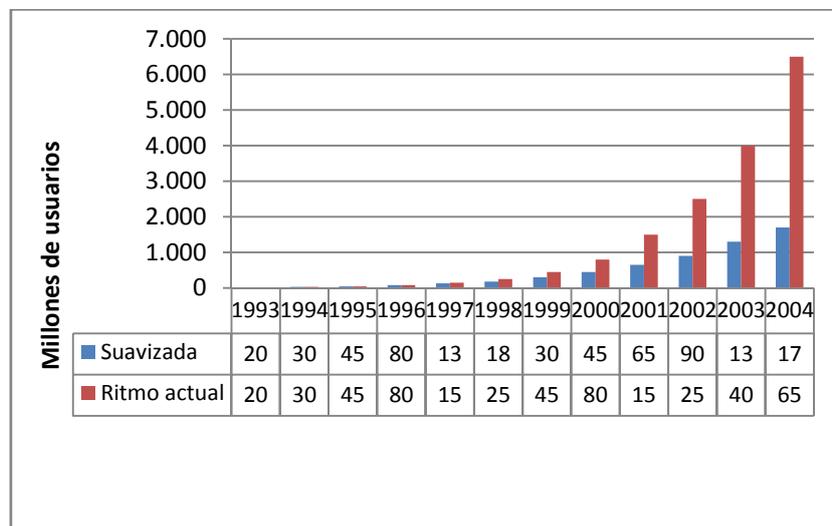
³¹ Telnet, Telematics Network es una aplicación que permite emular

³² *Cornell Theory Center* de la Universidad de Cornell en Ithaca, en el Estado de Nueva York; *National Center of Supercomputing* (NCSA) de la Universidad de Illinois en Urbana; *Centro de Supercomputación* de Pittsburgh; *Centro de Supercomputación* de San Diego; y *Centro John Von Neumann* en la Universidad de Princeton.



En el año 1990 la NSF abandonó su papel como núcleo de comunicaciones, liberó el uso del correo electrónico en la NSFNet, y entregó la red a la iniciativa de sus usuarios. Surgió así Internet, una red potencialmente mundial, deslocalizada y no regulada, compatible con una amplia mayoría de plataformas físicas y software de aplicación, y que ofrece una miríada de recursos y servicios en su mayoría gratuitos. En la actualidad Internet es utilizada por unos mil millones de usuarios, cifra que se espera se incremente hasta unos dos mil millones en el año 2004³³.

Ilustración 10. Evolución del número de usuarios



El extraordinario desarrollo de Internet (Ilustración 10) se debe en gran medida a la generalización de la tecnología HTML que, basada en el concepto de hipertexto, fue diseñada por TIM BERNERS - LEE en el CERN³⁴ y liberada en el año 1989 para su uso por toda la comunidad de la red. HTML es una variante relativamente estándar de lenguaje de marcado³⁵ que el equipo del usuario interpreta mediante un navegador, una aplicación de software que se comunica con el servidor web de acuerdo con el protocolo HTTP³⁶. El resultado de la aplicación masiva de la tecnología HTML es la world wide web, una estructura de información multimedia, multidimensional y no orientada

³³ Las previsiones más optimistas hacen referencia a unos 6.500 millones de usuarios, cifra que es probablemente inasumible dado el ritmo de aumento de la brecha económica entre los países occidentales y el amplio número de países en el umbral de la pobreza.

³⁴ CERN, *Laboratorio Europeo de Física de Partículas*.

³⁵ Entronca con el SGML, *Standard Generalized Markup Language*. El lenguaje es estándar aunque algunas etiquetas son interpretadas de formas distintas por cada navegador (en particular, Netscape e Internet Explorer).

³⁶ HTTP, *Hypertext Transfer Protocol*.

dotada de un interfaz uniforme y amigable dentro del que se pueden compatibilizar distintos tipos de servicios: una página web puede contener vínculos de hipertexto a otras páginas pero también accesos directos a buzones de correo electrónico, a servicios FTP para la descarga de ficheros, a recursos de chat, a vídeo suministrado por cámaras web remotas, etc.

El verdadero hecho diferencial de la estructura hiperdimensional de Internet es la posibilidad de establecer vínculos virtuales entre elementos de información lógicamente relacionada: no es preciso que los mapas, los gráficos, las animaciones, los sonidos, la bibliografía de referencia, ni el propio texto estén físicamente unidos en el mismo documento; esta organización permite construir estructuras coherentes de conocimiento utilizando selectivamente los recursos disponibles tanto en la red como fuera de ella. La biblioteca virtual del alumno, de la asignatura, o del centro, se constituye como un conglomerado de materiales de referencia seleccionados de acuerdo con sus cualidades en aspectos educativos concretos³⁷.

El desarrollo del estándar HTML es una poderosa razón que justifica el excepcional interés social y económico despertado por la red: cualquier usuario puede acceder a cualquiera de los recursos de Internet con el único requerimiento de disponer de un navegador, aplicación que es completamente gratuita. Quienes publican información en Internet no están sometidos a la necesidad de revisar y actualizar periódicamente el formato de sus documentos, y los usuarios pueden acceder también a las páginas desarrolladas en versiones HTML antiguas; finalmente la actualización de los documentos es muy sencilla, basta con reemplazarlos por la nueva versión, que estará inmediatamente a disposición de toda la comunidad de usuarios sin necesidad de realizar costosas distribuciones postales. A todo ello se añade la simplicidad con la que cualquier usuario puede elaborar y publicar una página web utilizando uno de los múltiples editores visuales HTML disponibles a coste cero.

4.1.2. Aplicaciones educativas de Internet

La relevancia educativa de Internet está justificada por tres razones:

- En primer lugar la red es en sí misma una inmensa fuente de información gratuita, una verdadera base de conocimiento y de recursos accesible mediante una estructura hipermedia atractiva, sencilla e intuitiva³⁸.

³⁷ Por ejemplo el estudio de las cuestiones legales podría integrar los textos legales disponibles en el sitio de la unión Europea (www.europa.eu.int) con el repertorio legislativo y de jurisprudencia ofrecido por Aranzadi a sus suscriptores (www.aranzadi.es), una o más revistas electrónicas (www.vlex.com) y la suscripción a varias listas de distribución, que proporcionarían una visión actual de la problemática jurídica de Internet así como abundante material para el debate y el trabajo personal del alumno.

³⁸ Véanse McCAIN (1999) y DANIEL (1999). Este último ofrece una descripción sobre un sitio educativo destinado a la enseñanza de Economía.

- En segundo lugar la red es un mundo virtual en el que coexiste una amplia variedad de recursos de información, a los que se añaden los servicios de comunicación propios de su condición de red telemática, y que sirven al objetivo de la cooperación en la enseñanza³⁹.
- En tercer y último lugar, Internet es el medio en el que se desarrollan múltiples actividades de negocios que pueden ser utilizadas como casos ejemplares en la enseñanza de múltiples disciplinas, desde la Informática hasta la gestión de empresas; tampoco puede desdeñarse la posibilidad de utilizar las actividades económicas en Internet como soporte para la simulación.

Analizaremos separadamente las tres proposiciones, no sin antes formular una precisión: con carácter general se hace referencia al uso de servicios de Internet como instrumentos al servicio de otras actividades específicas⁴⁰, pero no puede excluirse que la simple utilización de Internet es en sí una actividad con valor educativo ya que contribuye a la edificación de aptitudes para la utilización material de las tecnologías de la información, y al desarrollo de una comprensión global de la Sociedad de la Información.

Se sigue de ello que las aplicaciones educativas de las tecnologías de la información poseen un sentido más profundo y trascendental, que alcanza no sólo a los aspectos externos de la enseñanza sino a las bases mismas del concepto de educación y al desarrollo personal del alumno.

Los trabajos de CEBRIÁN (2001: 16) acerca del uso docente de Internet en la Universidad de Málaga ofrecen una primera visión general acerca del papel de los recursos telemáticos en la educación superior española. El autor señala cinco estrategias genéricas de trabajo, que en la práctica docente real se combinan indistintamente:

1. Fuente de información y de recursos
2. Soporte para nuevos procesos de comunicación
3. Refuerzo del aprendizaje en el aula
4. Acceso a recursos didácticos complementarios
5. Acceso a recursos multimedia

4.1.2.1. La estructura hipermedia

³⁹ Véase CHIZMAR y WALBERT (1999). Los autores señalan que Internet puede ser utilizada para distribuir información a los alumnos, recopilar información de los alumnos, vincular a los alumnos con otros centros docentes o de investigación, y para ayudarles a descubrir por su cuenta conceptos e ideas importantes para su educación (p. 248).

⁴⁰ Por ejemplo, la solución de un problema específico. Los alumnos pueden contemplar el problema desde distintas perspectivas, buscar información complementaria, acceder a referencias sobre problemas semejantes o, sencillamente comunicarse con otras personas.

Desde el punto de vista de la educación, la gran aportación del lenguaje HTML en particular y de la estructura WWW en general es la supresión de las estructuras preconcebidas de información. El usuario selecciona libre y espontáneamente el camino que desea seguir a lo largo de la información almacenada en el medio (el CD, el DVD o la propia Internet) de acuerdo con las necesidades o preferencias en cada caso, lo que debería contribuir a



reducir la distancia transaccional entre el profesor y el alumno⁴¹. Un atractivo adicional es la transparencia característica de la estructura de hipervínculos, que integra homogéneamente distintos tipos de recursos, tanto locales como remotos, disponibles a través de un procedimiento de acceso uniforme.

Sin embargo el uso masivo de aplicaciones de las tecnologías plantea también problemas operativos, en particular el hecho de que el usuario debe poseer ciertas habilidades o aptitudes previas sin las cuales se vería expulsado del proceso educativo. Estas circunstancias, señalan BARRETT y LALLY (2000: 280), cuestionan la capacidad de la estructura de multimedia de hipertexto para reducir la distancia transaccional entre el profesor y los alumnos.

LAURILLARD (1993:128) destaca, con un sentido más crítico, que el hipertexto ofrece únicamente una forma innovadora de organizar la información, pero que no es más interactiva que (...) *una nota al margen de un libro* ya que, en sí misma, no favorece la captura de los datos de retroalimentación que permitirían actualizar la arquitectura de información y conocimiento de acuerdo con las acciones y la conducta observada en los usuarios; el propio profesor carece de recursos para auditar la estructura web y revisar los objetivos docentes.

En esta misma línea NEWMAN y JOHNSON (1999: 85) señalan que la estructura Web padece, a pesar de su sencillez, varias deficiencias teóricas y prácticas:

- Ausencia de una verdadera interacción con el alumno.
- Sobrecarga de información provocada por la carencia de filtros.
- Posible dispersión del esfuerzo.
- Omisión de la necesaria retroalimentación, tanto para el alumno como para el profesor.
- Dificultades de control en la dinámica de provisión de servicios (documentos, material complementario, etc.) y en la evaluación continua del alumno ya que el carácter impersonal de la web complica la segmentación de la *audiencia* del curso.

⁴¹ BARRETT y LALLY (2000) han señalado que la desestructuración de la información contribuye a la reducción de la distancia transaccional en la medida en que elimina las estructuras de conocimiento preconcebidas implícitas en los manuales y en las propias lecciones magistrales de los docentes. En la medida en que estas estructuras han sido construidas ex ante y sin la participación activa del alumno, cabe esperar problemas de comprensión por su parte.

- No existen razones fundadas para creer que la sustitución del entorno físico por campus y aulas virtuales beneficie a la calidad de la enseñanza, ni siquiera a su eficiencia en términos de costes. Tampoco se dispone de metodologías capaces de valorar satisfactoriamente la relación coste - beneficio del proyecto de reestructuración.

4.1.2.2. Servicios de información y comunicación

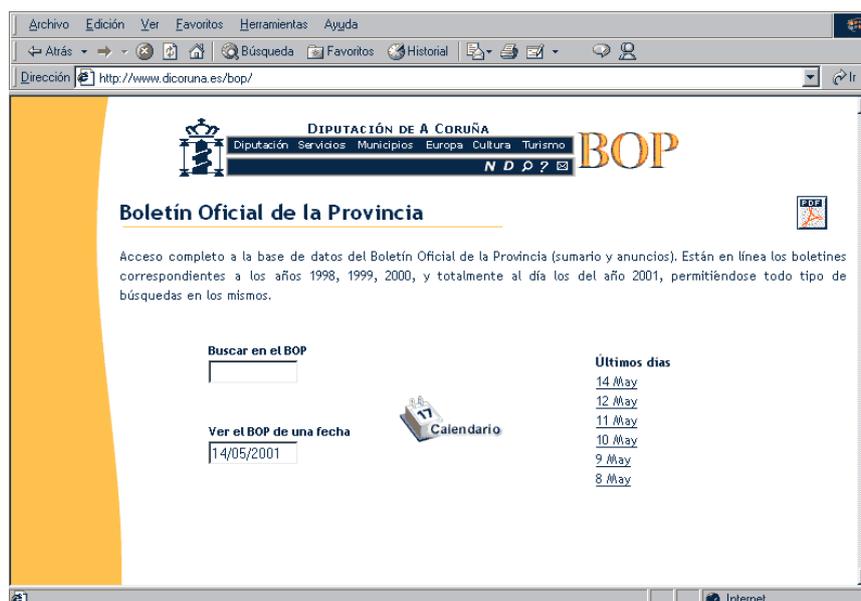
Internet es un medio virtual en el que existen múltiples servicios de información desarrollados al amparo de los protocolos y servicios básicos de red (TCP/IP, correo electrónico, FTP, HTTP, etc.): mensajería electrónica para usuarios de telefonía GSM, diccionarios y glosarios en línea, actualización de software, enciclopedias electrónicas, prensa, banca electrónica, etc., que pueden ser incorporados en las metodologías didácticas.

En su condición de infraestructura telemática, Internet ofrece una amplia variedad de servicios de comunicaciones en constante evolución⁴², que pueden ser utilizados para acceder a múltiples recursos que hasta el momento sólo podían ser utilizados localmente, tales como las enciclopedias electrónicas en CD-ROM. Internet ha provocado una verdadera revolución en el mundo de las bases de datos en particular, y en el negocio de la información en general: muchos recursos de información originariamente locales y monousuario están ahora en Internet a disposición de los usuarios (toda la comunidad de Internet o, en su caso, colectivos definidos⁴³) y, lo que es más importante, el deseo de ofrecer servicios en la red ha impulsado la electrificación de documentos tradicionalmente impresos, como los boletines oficiales de las distintas AAPP o la propia prensa escrita.

⁴² El acceso a servicios remotos en modo texto a través de TELNET se completó con servicios para la transferencia de ficheros y, más adelante, con el correo electrónico; en los primeros noventa se sentaron las bases de la organización actual de la red con la transición del concepto de hipertexto a la *world wide web*, y más recientemente se han incorporado recursos para la comunicación interactiva (IRC, ICQ), el trabajo cooperativo (pizarra compartida), la transferencia de imagen (Mbone) y muchos otros. Todos ellos tienen en común el uso del multimedia para simplificar la búsqueda de información e incrementar su valor para el usuario.

⁴³ Grupos profesionales, investigadores universitarios, abonados a servicios comerciales, etc.

Ilustración 11. Página principal del BOP de A Coruña



Por ejemplo, en la actualidad es posible acceder al texto completo de prácticamente todos los diarios oficiales desde cualquier ordenador con conexión a la red, actividad que años atrás exigiría un desplazamiento físico e incluso el uso de servicios de préstamo interbibliotecario⁴⁴; la mayor parte de las bibliotecas públicas y universitarias han colocado en la red sus catálogos colectivos con información detallada sobre sus recursos bibliográficos y los préstamos en curso; finalmente la Administración ofrece a los ciudadanos la posibilidad de acceder a un amplio repertorio de normativa básica actualizada, y de descargar documentos oficiales tales como convocatorias de ayudas, resoluciones, formularios, e informes. Existe asimismo una miríada de recursos especializados mantenidos por instituciones públicas, universidades, empresas y particulares sobre prácticamente todas las áreas de conocimiento científico, procesos sociales, y situaciones humanas, incluyendo movimientos culturales alternativos y colectivos anti-Internet.

4.1.2.3. Internet como soporte para la simulación

Finalmente, no es preciso recordar que la red se utiliza en la actualidad como soporte para múltiples actividades empresariales y de negocios tales como la venta electrónica, la distribución y actualización de software, o la publicidad. Estos servicios en línea poseen valor como soporte para la enseñanza ya que pueden ser utilizados como herramientas de *simulación*. Por ejemplo los alumnos de finanzas podrían analizar en detalle los servicios y productos bancarios utilizando directamente servicios de banca electrónica, o herramientas de intercambio electrónico de datos

⁴⁴ Supóngase, por ejemplo, el caso del Boletín Oficial de una provincia distante.

(EDI)⁴⁵; la enseñanza de los alumnos de gestión de empresas debería incorporar el estudio práctico del comercio electrónico que, en sus distintas modalidades, podría abordarse con el acceso material a tiendas virtuales y el uso de sus *carros de compra*; por su parte los alumnos de ingeniería de sistemas podrían servirse de la tecnología y la estructura conceptual de Internet para profundizar en el estudio de las redes, en particular en el desarrollo de redes corporativas basadas en TCP/IP, las denominadas *Intranets*.

4.1.3. La regulación de la red. Libertad y supervisión

El valor educativo de estos recursos es en muchos casos discutible y en general contingencial: la utilidad real para el proceso de enseñanza no es absoluta, sino que depende de características sociodemográficas como la edad, la madurez intelectual y la capacidad de discernimiento crítico del alumno. El contenido de la red no es sino es un reflejo de la variedad cultural humana - nada hay en Internet que no exista asimismo en la realidad cotidiana -, por lo que la intervención administrativa de la red para suprimir los contenidos pretendidamente indeseables parece únicamente una solución de compromiso⁴⁶; de hecho esta variedad puede ser útil si se pretende proporcionar a las personas una educación verdaderamente globalizadora, aunque obviamente el material utilizado debe ser coherente con la madurez del alumno.

En el caso de la educación superior la selección de recursos en Internet puede realizarse de acuerdo con un criterio objetivo, el de su pertinencia a los objetivos y el contenido docentes. Aplicado con un adecuado grado de laxitud, este criterio debería facilitar el trabajo autónomo de los alumnos y contribuir al desarrollo de su capacidad de investigación, así como del sentido crítico preciso para discriminar el verdadero valor de cada fuente de información.

Se sigue de ello que, a menos que se desee organizar una red *tutelada*, el control sobre los contenidos no puede ejercerse en el origen, sino que debe estar en manos del usuario. En el caso de los entornos educativos la selección del contenido compete a los responsables del centro y, más específicamente, al profesor correspondiente y debería consistir en una combinación de procedimientos técnicos y educativos. Por ejemplo, los cortafuegos, o *firewall*, pueden bloquear las señales de sitios que ofrecen contenido considerado indeseable y también existen complementos para los navegadores (los denominados *asesores de contenido*) que bloquean el acceso a las páginas web que contienen ciertos términos clave; sin embargo el factor esencial es la *educación para las tecnologías de la información*: no se trata sencillamente de bloquear el acceso a los contenidos, sino de exponer razonadamente su conveniencia, de desarrollar el sentido crítico del alumno, y



⁴⁵ SIMKINS (1999: 283) señala el posible uso de Internet como entorno para la simulación de operaciones de compra y venta de futuros en un mercado financiero electrónico.

⁴⁶ Una consideración adicional es la relativa a la tipificación del concepto de contenido indeseable: ¿Quién debe realizar esta especificación, y de acuerdo con qué criterios? ¿Qué mecanismos de garantía se arbitrarían para prevenir el abuso de esta prerrogativa y su posible utilización como herramienta de censura?

de lograr que éste sea capaz de utilizar adecuadamente los recursos de Internet en particular y de las tecnologías de la información en general, para solucionar verdaderas necesidades educativas o profesionales y no por un simple *virtuosismo tecnológico*.

4.2. HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA

El desarrollo de Internet en los años noventa ha coincidido con el despliegue de un gran número de redes de área local en entornos empresariales, universitarios y de investigación, la aparición de nuevos servicios de comunicación como *Internet Relay Chat* (IRC), ICQ, y la videoconferencia (MBone), y la consolidación de recursos previamente existentes, como el correo electrónico. Todos ellos poseen aplicaciones de naturaleza educativa en tanto que pueden ser utilizados para la transmisión de información y la coordinación del trabajo de los alumnos, en particular cuando éstos siguen modalidades de enseñanza a distancia y/o están implicados en actividades de naturaleza cooperativa.

4.2.1. TELNET (Telematics Network)

TELNET es una aplicación de usuario que permite convertir al equipo del usuario en una terminal inteligente de un sistema remoto: se establece así una emulación del funcionamiento de una terminal físicamente conectada a este equipo remoto que permite utilizar sus recursos como si se tratase de un usuario local.

En un primer momento TELNET se utilizó como soporte para el trabajo remoto, aunque fue rápidamente desplazado por la *world wide web* debido a las limitaciones de su interfaz en modo texto; en la actualidad se utiliza profusamente como método de acceso a sistemas de información de distinto tipo, en particular los catálogos bibliográficos de universidades y otras instituciones.

4.2.2. Transferencia de ficheros (FTP)

El protocolo FTP⁴⁷ hace posible la transferencia de cualquier tipo de fichero entre dos equipos conectados a Internet, y se utiliza principalmente en la descarga de archivos desde sitios diseñados para actuar específica y permanentemente como servidores de datos (*servidores FTP*) si bien también permite la movilización de datos entre dos equipos de usuario.

El uso de sitios FTP es una alternativa idónea el envío de ficheros adjuntos a los mensajes de correo, en particular cuando estos ficheros son voluminosos, cuando los usuarios no disponen de accesos de red de alta velocidad, y cuando se puede garantizar la seguridad e integridad de los datos alojados en el sitio FTP; ofrece también mayores garantías que la compartición de recursos, por ejemplo discos o directorios, en redes locales peer to peer de ordenadores personales, ya que

⁴⁷ FTP, *File Transfer Protocol* (Protocolo de Transferencia de Ficheros).

estas infraestructuras carecen de mecanismos de autenticación y prevención de posibles intrusiones.

4.2.3. Correo electrónico

Es el más común de los servicios comunicación basados en Internet, y también uno de los más antiguos⁴⁸. Una vez redactado, el mensaje es enviado por el cliente hacia el servidor de correo de acuerdo con el protocolo SMTP⁴⁹ y, desde éste, al servidor de correo de destino utilizando uno o más agentes de correo (MTA⁵⁰). Las principales limitaciones del protocolo original son la necesidad de redactar el mensaje utilizando exclusivamente texto plano y la ausencia de mecanismos de seguridad; MIME⁵¹ ha proporcionado la tecnología para introducir elementos multimedia a los mensajes (por ejemplo, formatos de fuente y color para el texto) que aumentan su vistosidad.

Simultáneamente, el cliente de correo se encarga de descargar los mensajes entrantes estableciendo una comunicación POP⁵² con el servidor. Este procedimiento ofrece claras ventajas operativas y económicas en relación al procedimiento tradicional de lectura de correo mediante una conexión *Telnet* al servidor remoto: se reducen la duración de las conexiones, la carga de trabajo del servidor, la ocupación del ancho de banda de la red de comunicaciones, y el coste para el usuario puesto que los mensajes pueden ser redactados y leídos fuera de línea.



Sin embargo plantea también inconvenientes operativos cuando el usuario desea revisar el correo desde varios lugares distintos, por ejemplo su equipo personal y un equipo del centro docente, ya que en ninguno de ellos existirá una copia completa de los mensajes recibidos y enviados. Se ha ideado para ello la alternativa del *correo web*, que proporciona acceso completo al buzón de usuario desde cualquier equipo conectado a Internet y dotado de un navegador web⁵³.

Por su parte la confidencialidad e integridad del correo pueden protegerse mediante herramientas de cifrado y firmas digitales. Por el momento el uso del software de cifrado es

⁴⁸ En su momento, los usuarios de ARPANET destacaron al correo como el servicio más útil de la red.

⁴⁹ SMTP, *Simple Mail Transfer Protocol* (Protocolo simple de transferencia de correo).

⁵⁰ MTA, *Mail Transfer Agent*.

⁵¹ MIME (*Multipurpose Internet Mail Extensions*) describe la forma en que se transmiten datos multimedia en Internet utilizando los estándares de correo electrónico. Permite por tanto adjuntar cualquier tipo de fichero de datos a un mensaje de correo electrónico e incluso realizar sobre él operaciones como la visualización, la impresión o el archivo en disco.

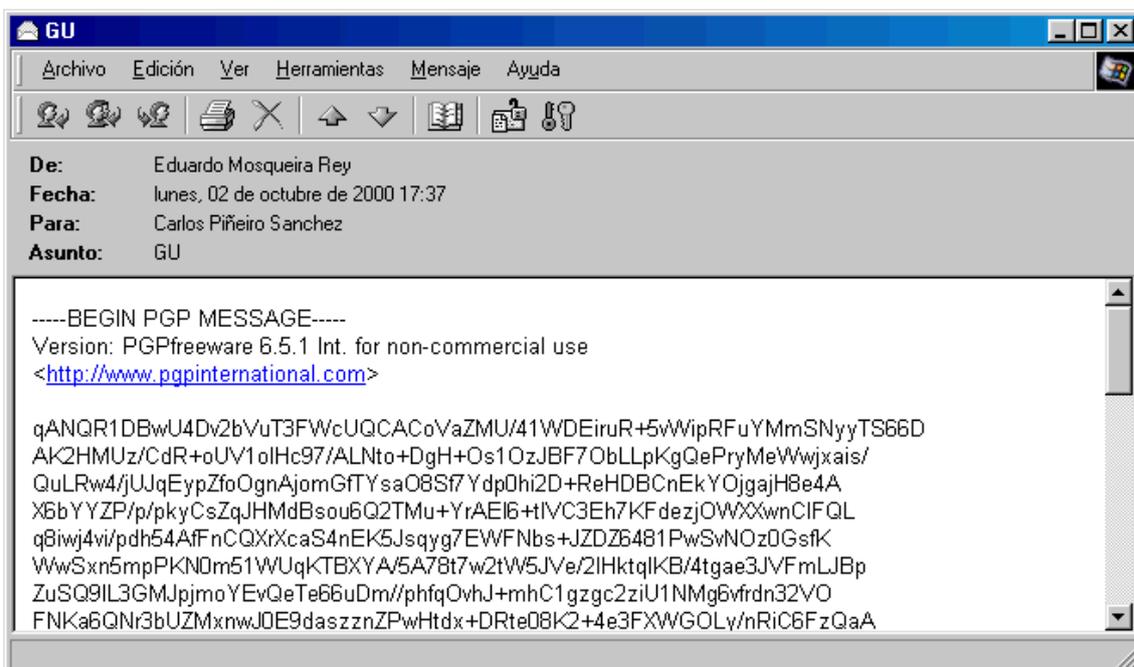
⁵² POP (*Post Office Protocol*) no es la única solución para la revisión del correo, pero sí la más abierta y compatible.

⁵³ En los primeros sistemas de correo *web* el usuario debía estar conectado mientras redactaba o leía sus mensajes aunque se han desarrollado algunas alternativas mixtas que soportan el trabajo fuera de línea. En cualquier caso la utilidad profesional del correo *web* está condicionada por las restricciones a la ocupación de capacidad de almacenamiento en el servidor que, en el caso de los recursos gratuitos, suele limitarse a entre dos y cinco Mb.

limitado, pero cabe esperar su generalización a medida que aumenten la frecuencia de las transacciones de comercio electrónico, el uso de servicios de banca electrónica, y la presencia de la Administración en Internet.

Como se sabe, existen dos categorías genéricas de herramientas de cifrado: en algunos una misma clave se utiliza para cifrar y descifrar los datos, lo que supone un cifrado simétrico; en otros se manejan dos claves, una para el cifrado (la clave pública del destinatario) y una segunda distinta de la anterior para su descifrado (la clave privada del destinatario). Ambas claves son inseparables, pero el conocimiento de la primera no permite inferir la segunda, dentro de límites asumibles de tiempo y capacidad de cómputo.

Ilustración 12. Un mensaje de correo electrónico cifrado con PGP 6.5.1

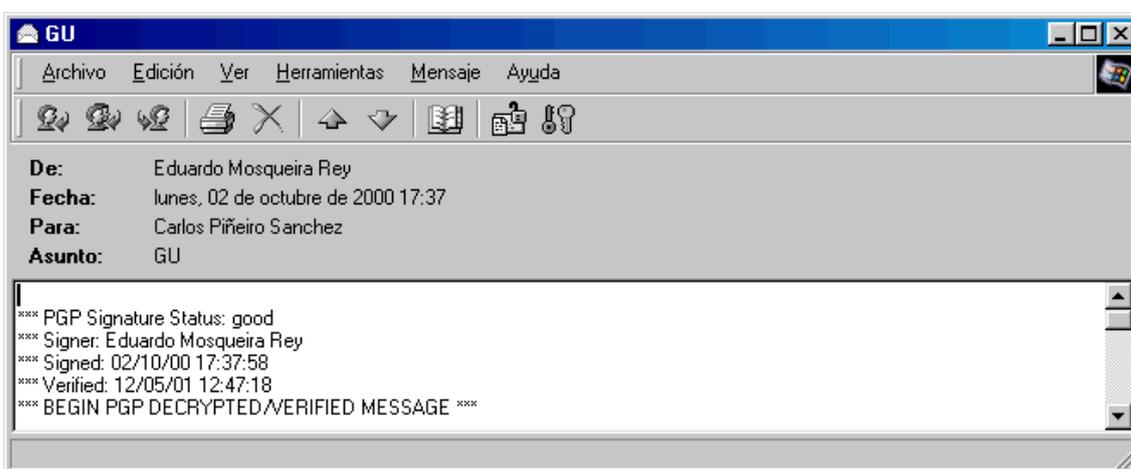


Desde el punto de vista académico el sistema de cifrado de clave pública posee tres implicaciones de interés:

1. Cualquiera dos miembros de la comunidad educativa pueden establecer una comunicación razonablemente segura en términos de confidencialidad e integridad. Estas cautelas son absolutamente imprescindibles en el caso de la transmisión de datos sensibles, desde la información de matrícula hasta las pruebas y exámenes y sus resultados.

2. Puede establecerse un mecanismo para la autenticación segura y fiable de la identidad del remitente de los mensajes de correo electrónico y de todo tipo de fichero de datos, siempre y cuando se utilicen algoritmos de clave pública (Ilustración 13).
3. En una perspectiva más amplia, uso de herramientas de cifrado mejora la formación del alumno quien, además de hacerse consciente de la problemática de seguridad en la red, puede experimentar su utilización en la práctica. El uso instrumental de las tecnologías de la información es un elemento indispensable para la enseñanza ya que familiariza al alumno con conceptos, técnicas y herramientas que necesariamente utilizará en el futuro, cualquiera que sea su actividad profesional.

Ilustración 13. Verificación de claves y autenticación del remitente



Es interesante observar que los algoritmos de cifrado y firma digital son aplicables no sólo a los mensajes de correo electrónico sino, en general, a todos los ficheros de datos, cualquiera que sea su contenido. La Ilustración 14 muestra la ventana de verificación de la firma digital de un fichero de datos cifrado y firmado

Ilustración 14. Verificación de la firma digital de un fichero independiente



Las aplicaciones del correo electrónico en la educación se extienden a dos áreas: la comunicación profesional y la tutoría electrónica, en la que la comunicación electrónica complementa, o incluso reemplaza, al teléfono y el correo convencional. En muchos sistemas de enseñanza a distancia y, en general, campus virtuales se han sustituido las tutorías presenciales y los centros delegados por canales de correo electrónico, olvidando que el correo y la enseñanza a distancia no son fines sino medios al servicio de objetivos didácticos y que el medio electrónico provoca distorsiones con frecuencia indeseables en la comunicación. A la pérdida de la comunicación no verbal se añaden la ausencia de interactividad y la posibilidad de que el texto escrito no sea la forma más apropiada para expresar la duda del alumno.



Por el contrario, el correo electrónico ofrece notables ventajas operativas: el alumno puede formular su consulta en el momento y desde el lugar que precise, y obtener una respuesta con frecuencia más rápida que la proporcionada por el correo convencional, incorporando además referencias adicionales en el formato que sea necesario: gráficos, imágenes, animaciones, texto manuscrito capturado por escáner, etc. Al mismo tiempo el profesor responsable de las tutorías puede organizar más eficientemente su trabajo y preparar respuestas detalladas y bien documentadas cuya calidad es presumiblemente mayor que la simple explicación verbal por teléfono. Por otra parte el uso del correo electrónico para la comunicación no prejuzga que se puedan programar entrevistas presenciales para clarificar más en detalle las cuestiones planteadas por el alumno. BARTOLOMÉ (1999: 187) sugiere que la tutoría electrónica mediante mensajes de correo puede contribuir a reducir el recelo de algunos alumnos a acudir al tiempo reservado para tutorías convencionales; sin embargo es dudoso que la electrificación del canal suponga una diferencia para los alumnos que no solicitan apoyo del profesor y, en su lugar, conviven con la duda u optan por acudir a *clases de apoyo* ajenas al sistema educativo.

4.2.4. Grupos de noticias y listas de distribución

En ambos casos, se trata de comunidades virtuales integradas por usuarios que poseen intereses u objetivos comunes; en el caso de los grupos de noticias, o news, es el usuario quien debe acceder al foro, mientras que los suscriptores de listas de distribución reciben automáticamente en su buzón de correo todos los mensajes intercambiados dentro del grupo de interés. Con carácter general las listas de distribución están intervenidas: existe un moderador que asume funciones en relación a la gestión de los miembros, la coordinación de los debates, el control del contenido de los mensajes, la supervisión del cumplimiento de la net-etiqueta, etc.; a pesar de ello las listas suelen generar un gran número de mensajes de interés variable, y plantean riesgos en cuanto a la transmisión de virus.

En la práctica, existe una gran variedad de listas. Algunas de ellas son públicas y de libre suscripción, mientras que otras están constituidas exclusivamente por miembros de ciertos colectivos profesionales; en el caso de la enseñanza, podrían crearse listas de distribución para asignaturas, materias o áreas de interés específicas, o listas cerradas para los miembros de los grupos de trabajo.

Ilustración 15. Listas de distribución en el servidor de REDIRIS



En el área de la educación las listas de distribución y foros de debate son un ingrediente idóneo para las modalidades de enseñanza a distancia y, en particular, las tutorías electrónicas. Supóngase un profesor con un centenar de alumnos tutorizados, cada uno de los cuales formula un promedio de dos preguntas semanales: en conjunto sería preciso responder un centenar de preguntas lo que, supuesto un tiempo medio de unos quince minutos, requeriría unas veinte horas semanales de trabajo. Sin embargo lo más relevante de este problema no es en sí el tiempo de trabajo del docente sino el hecho de que, probablemente, muchos otros alumnos poseen dudas semejantes o relacionadas que no llegan a formularse: si las respuestas se envían individualmente a quien formuló la pregunta, se pierde una gran parte de su valor educativo potencial ya que permanecerán ocultas a los restantes miembros de la comunidad educativa.

Entre las alternativas destacan la apertura de canales de videoconferencia, en el marco de herramientas de trabajo cooperativo, y la creación de listas de distribución vinculadas a áreas de conocimiento, problemas, o cuestiones de investigación específicas. Por ejemplo, podría crearse una lista de distribución por curso o grupo académico, o incluso listas específicas para asignaturas que posean una complejidad inherente distintiva o en las que exista mayor demanda de participación. Este planteamiento posee dos utilidades de interés:

- Fomenta la participación y el sentido crítico. Las respuestas a las preguntas no tienen que partir necesariamente del profesor - tutor, también los restantes alumnos pueden ofrecer su aportación. La participación, el número y calidad de las ideas proporcionadas, y la precisión de las respuestas podrían ser utilizadas como instrumento de desarrollo personal y argumento adicional de valoración académica.
- Todas las preguntas, y todas las respuestas, se envían a todos los miembros de la comunidad con el formato y periodicidad que éstos deseen⁵⁴, todos ellos tienen acceso a los debates y se benefician de las ideas e información intercambiadas.

Una extensión natural de este planteamiento es la creación de páginas FAQ⁵⁵, en las que se recojan las preguntas más habituales junto con sus respuestas y referencias a material de trabajo y bibliografía complementaria, lo que debería descargar a la lista de distribución evitando la reiteración de preguntas elementales que causan hastío en los alumnos más adelantados.

Los chat participan del modelo de comunicación todos - a - todos característico de los foros de debate y le añaden interactividad, capacidad de diálogo pero, precisamente por ello, exigen una dedicación que puede ser indeseable; por otra parte el diálogo puede llegar a ser incoherente y disperso, en particular si el número de participantes es elevado y no se disponen técnicas específicas para organizar la conversación.

4.2.5. Internet Relay Chat (IRC)

IRC, o *Internet Relay Chat*, es un servicio que hace posible mantener una comunicación simultáneamente con una o más personas. Cada usuario, dotado de un cliente IRC, debe conectarse a un servidor IRC y acceder a uno de los *canales* abiertos, cada uno de los cuales se corresponde con un grupo de conversación. Cada canal es, en la práctica, un pequeño mundo virtual en el que cada

⁵⁴ Cada usuario puede personalizar su configuración; habitualmente el servidor ofrece la posibilidad de recibir un mensaje por pregunta o un único mensaje (diario, semanal, etc.) con todas las preguntas, respuestas y comentarios recibidos en el foro.

⁵⁵ FAQ, *Frequently Asked Questions*. Las páginas de ayuda son un elemento habitual en los sitios web que ofrecen recursos o servicios de tipo interactivo, o cuyo funcionamiento suscita reiteradamente dudas entre los usuarios. Su primera modalidad fueron las FAQ, una lista sencilla y *plana* de preguntas seguidas de sus respectivas respuestas; en la actualidad las páginas de ayuda poseen aptitudes más desarrolladas, como motores de búsqueda e hipervínculos a cuestiones relacionadas.

participante actúa bajo un alias y posee una imagen gráfica específica, un personaje (animado o estático) conocido como *avatar*.

El sistema ofrece plena interactividad ya que la comunicación tiene lugar en tiempo real pero, en la práctica, no existe una conversación propiamente dicha sino un diálogo materializado en el intercambio de mensajes de texto; esta es precisamente su principal limitación: la lectura y escritura de mensajes consumen más tiempo y recursos intelectuales que la conversación verbal por lo que, con frecuencia el diálogo se convierte en una amalgama de conversaciones dos a dos, dispersas e incoherentes.

Los usos más comunes del chat son bastante triviales e informales, aunque no puede desdeñarse su posible utilización para crear foros en las instituciones de enseñanza, tanto universidades convencionales como campus virtuales. En este caso sería probablemente necesario añadir al sistema IRC convencional recursos para organizar la conversación y prevenir la disipación del tema principal de debate.

Existen otras aplicaciones y servicios que comparten con IRC el objetivo de proporcionar una comunicación más interactiva y personalizada. MOO trata de mejorar la interacción en el canal de chat creando un verdadero entorno virtual a lo largo del que el usuario se desplaza manipulando objetos; por su parte ICQ amplía las funciones de comunicación con servicios para la localización de usuarios, transferencia de ficheros, mensajería electrónica, envío de tarjetas, etc.

4.2.5.1. ICQ: I-Seek-You

ICQ utiliza los recursos básicos de Internet para proporcionar un servicio integrado de mensajería, chat, localización de usuarios, de forma análoga a los sistemas de mensajería instantánea ofrecidos por sitios como Yahoo, Microsoft o Netscape. ICQ alcanzó en Mayo de 2001 la cifra de cien millones de usuarios registrados, si bien el número de usuarios reales es probablemente inferior⁵⁶.

ICQ, que se ejecuta en segundo plano (se trata de un programa *de fondo*), integra una amplia variedad de servicios, entre ellos los siguientes:

- Chat privado
- Mensajería, tanto en línea como basada en correo electrónico
- Transferencia de ficheros de todo tipo
- Envío de tarjetas postales electrónicas

⁵⁶ Cabe la posibilidad de que muchos usuarios se hayan registrado más de una vez, o que no utilicen realmente el servicio. En Octubre de 2000 ICQ contabilizó setenta millones de usuarios registrados, de los cuales sólo veinte millones utilizaban realmente el servicio (fuente: Europa Press, 10 de Mayo de 2001, 17.32 h.).

- Telefonía sobre TCP/IP
- Ejecución de aplicaciones, por ejemplo para el establecimiento de videoconferencia
- Creación y administración de una lista personalizada de contactos⁵⁷.

4.2.6. Entornos MOO

Una extensión natural de los chat visuales son los denominados MOO, entornos *multiusuario orientados a los objetos* en los que se genera un verdadero espacio virtual compuesto por objetos (personas, espacios físicos, libros, juegos, edificios, vehículos, etc.) descritos en forma de texto; el usuario puede interactuar con estos objetos (acercarse, "verlos", moverlos), desplazarse a otros lugares, y hablar con las restantes personas que se hallen en este pequeño virtual

Sin embargo no existen gráficos, ni imágenes, ni animaciones, lo que constituye una diferencia fundamental con el entorno visual y "*orientado al tacto*" de la web: el movimiento, la manipulación de los objetos, y la conversación se realizan mediante comandos específicos. A continuación se presentan los primeros movimientos del MOO de *Mundo Hispano* (<http://www.umsl.edu/~moosproj/mundo.html>), destinado a la enseñanza del castellano. El visitante selecciona sus movimientos, en este caso hacia la Puerta del Sol y, a continuación, hacia la Calle Alcalá y el Hotel Suecia. En cada movimiento se ofrecen una breve pero expresiva descripción del lugar así como los caminos (*puertas*) disponibles en cada momento.

⁵⁷ A diferencia del *chat*, en el que no existe una libreta de direcciones propiamente dicha (la comunicación es pública y abierta, *todos a todos*).

Ilustración 16. Un MOO para la enseñanza de idiomas

```
Telnet - admiral.umsl.edu
Conectar Edición Terminal Ayuda

La misio'n de Mundo Hispano es exclusivamente educativa. Este es un
ambiente para el estudio y la pra'ctica interactiva del espan~ol.
Rogamos no usen Mundo Hispano para cualquier otro propo'sito. Muchas
personas de diferentes edades y formacio'n vienen aqui' a continuar
el desarrollo desus habilidades con el idioma espan~ol y a ayudar a
que otros hagan lo mismo. Se espera que todo el mundo se comporte de
una manera apropiada. Insultos, language ofensivo, obscenidades, acosos
y rudezas sera'n considerados intolerables aqui', asi' como cualquier
conducta contraria a la misio'n de MundoHispano. Las ofensas contra personajes
sera'n motivo de expulsio'n sin advertencia previa.

SI QUIERES COMUNICARTE CON UNO DE LOS ASISTENTES, TECLEA: guias
Para salir, teclea el nombre de cualquier de las salidas.
In order to leave this room, type the name of any of the exits.

Salidas obvias:
  puerta hacia Puerta del Sol
  novatos hacia CUARTO DE NOVATOS / NEWBIE ROOM
  theme hacia Theme Statement in English
  guias hacia GUIAS
  guides hacia ENGLISH GUIDEBOOKS
Para describirte teclea '@describe me as ...'
To describe yourself, type '@describe me as ...'
```

```
Telnet - admiral.umsl.edu
Conectar Edición Terminal Ayuda

  guides hacia ENGLISH GUIDEBOOKS
Para describirte teclea '@describe me as ...'
To describe yourself, type '@describe me as ...'
Puerta del Sol
Este es el eje central de Madrid y tambie'n lo es del MOO. Cuando el viajero
se encuentra por primera vez en la Puerta del Sol, puede sentirse un tanto
desorientado por el flujo de tra'fico y viandantes hacia y desde las cinco
arterias que confluyen en esta magna plaza.
Hay informacio'n sobre MundoHispano en la oficina de Turismo. Para llegar
alli' desde cualquier parte del MOO, teclea: @turismo
You can find information about MundoHispano in the Tourist Office. To get
there from anywhere on the MOO, type: @turismo
Ves Cartel, bolido, Mamola, y Que' es esto? aqui'.
Salidas obvias:
  Bar de Mejillones hacia Bar de Mejillones
  Turismo hacia OFICINA DE TURISMO
  Alcala' hacia Calle de Alcala'
  Calle_Mayor hacia Calle Mayor
  Calle_Preciados hacia calle Preciados
  Calle_Carretas hacia Plaza de Jacinto Benavente
  Gobernacio'n hacia Gobernacio'n
  Editorial hacia Ediciones Addisley-Wesson
  Cafe' Ta'ndem hacia Cafe' Ta'ndem
  NAUIDAD hacia Arbol de Navidad
```

```

Telnet - admiral.umsl.edu
Conectar Edición Terminal Ayuda
Salidas obvias:
  Bar de Mejillones hacia Bar de Mejillones
  Turismo hacia OFICINA DE TURISMO
  Alcalá' hacia Calle de Alcalá'
  Calle_Mayor hacia Calle Mayor
  Calle_Preciados hacia calle Preciados
  Calle_Carretas hacia Plaza de Jacinto Benavente
  Gobernacio'n hacia Gobernacio'n
  Editorial hacia Ediciones Addisley-Wesson
  Cafe' Ta'ndem hacia Cafe' Ta'ndem
  NAVIDAD hacia Arbol de Navidad
Calle de Alcalá'
Esta es una de las ya cla'sicas y con solera calles espan~olas. Podra's ver
  vetustos edificios y adivinar en sus maravillosas fachadas el espi'ritu
  creador del Madrid de antan~o.
Beba (dormido) esta' aqui'.
Salidas obvias:
  Puerta_del_Sol hacia Puerta del Sol
  Bar_Montan~e's hacia Bar Montan~e's
  La_Cibeles hacia La Cibeles
  hotel hacia Hotel Suecia
  casa_Mishel hacia Casa_de_Mishel
  caban~a_de_Migue hacia Caba~a_de_Migue
  casa_SenorBueno hacia Casa_de_El_Capitan

```

```

Telnet - admiral.umsl.edu
Conectar Edición Terminal Ayuda
  NAVIDAD hacia Arbol de Navidad
Calle de Alcalá'
Esta es una de las ya cla'sicas y con solera calles espan~olas. Podra's ver
  vetustos edificios y adivinar en sus maravillosas fachadas el espi'ritu
  creador del Madrid de antan~o.
Beba (dormido) esta' aqui'.
Salidas obvias:
  Puerta_del_Sol hacia Puerta del Sol
  Bar_Montan~e's hacia Bar Montan~e's
  La_Cibeles hacia La Cibeles
  hotel hacia Hotel Suecia
  casa_Mishel hacia Casa_de_Mishel
  caban~a_de_Migue hacia Caba~a_de_Migue
  casa_SenorBueno hacia Casa_de_El_Capitan
Hotel Suecia
Esta's en la recepcio'n de un hotel de lujo, de ambiente acogedor y agradable.
Es uno de los mas co'modos de Madrid, y seguramente el ma's barato, porque
  aqui' todos los servicios son gratis! Tiene restaurante con especialidades
  escandinavas y espan~olas, sauna, sky-bar con una vista panora'mica a Madrid
  y varias suites imperiales.
Salidas obvias:
  ascensor hacia Salo'n Stella Polaris
  puerta hacia Calle de Alcalá'
  entrada hacia Restaurante Linneo

```

Un segundo rasgo característico de los MOO en relación al chat es la existencia de un verdadero sentimiento de pertenencia, de una conciencia social que se justifica por el carácter privado de la *sala*⁵⁸ y por el reducido número de usuarios. Cada uno de ellos actúa con un *alias* y puede comunicarse directamente con los demás, siempre utilizando comandos de texto.

4.2.7. Videoconferencia

⁵⁸ El servicio MOO puede ser público o privado. En el caso de los recursos educativos es habitual que el acceso al sistema esté controlado y que sólo de manera excepcional se autorice el uso por terceros. En el caso del MOO de Mundo Hispano el acceso puede realizarse en condición de invitado (*guest*).



Las primeras cámaras verdaderamente autónomas destinadas a su uso conjunto con equipos informáticos de usuario fueron las *QuickCam*, distribuidas hacia la mitad de la década de 1990 entre los usuarios de sistemas Macintosh. Estos pequeños dispositivos se conectaban directamente al puerto serie del ordenador y generaban una imagen en blanco y negro que podía ser capturada en pantalla y utilizada en aplicaciones de comunicación; de hecho la cámara se suministraba conjuntamente con un software para el establecimiento de videoconferencias que se designó con el sugerente nombre *CuSee-Me*. El sistema ha mejorado significativamente con el desarrollo de la tecnología precisa para generar imagen en color, modificar el enfoque, adaptar la sensibilidad, y capturar instantáneas que constituyen verdaderas fotografías digitales; al mismo tiempo se han desarrollado conexiones de alta velocidad, los denominados puertos USB (*Universal Serial Bus*), pero la calidad de la videoconferencia sigue siendo deficiente debido a las limitaciones del ancho de banda de la red. Esto es particularmente cierto en el caso de las conexiones de usuario mediante la red telefónica básica e incluso cuando se utilizan otras tecnologías más avanzadas, como ADSL o las propias redes locales, en los momentos de saturación de la infraestructura.

Las aplicaciones educativas de los recursos de videoconferencia se extienden a dos áreas: la comunicación propiamente dicha, y el acceso virtual a lugares remotos a los que no se puede acceder físicamente. En efecto el desarrollo de la tecnología de cámaras web y la creciente compatibilidad técnica de las cámaras de vídeo convencionales ha hecho posible la incorporación de imágenes de vídeo en tiempo real a múltiples sitios web. En la Ilustración 17 se presenta una imagen web correspondiente a la ciudad de A Coruña obtenida del sitio de la televisión pública gallega (CRTVG); en este sitio se ofrecen imágenes en tiempo real de las siete ciudades principales de Galicia así como de otros lugares geográficamente representativos, como Pedrafita do Cebreiro, en el área montañosa de Os Ancares.

Ilustración 17. Una cámara web en tiempo real



(<http://www.crtvg.es/camweb/ccoruna2.html>)

Los usuarios de Internet pueden acceder gratuitamente imágenes de las principales ciudades del mundo ofrecidas por cámaras web mantenidas por instituciones públicas, empresas y particulares, y nada impide que las instituciones educativas organicen la instalación de cámaras adicionales en lugares que merezcan interés educativo para su alumnado. Por ejemplo, podrían habilitarse cámaras en salas de juzgados para que los alumnos de Derecho tuviesen acceso a las sesiones públicas de juicios y vistas; los alumnos de ingeniería podrían examinar el funcionamiento de equipos mecánicos específicos o contemplar la dinámica de trabajo de instalaciones fabriles; los estudiantes de Náutica podrían estar presentes en el puente de mando de un buque y asistir a la maniobra de atraque o desatraque del navío. Es importante señalar que la videoconferencia no debe contemplarse como una alternativa propiamente dicha a la experimentación directa, sino como un complemento en los supuestos en que sea imposible, o innecesaria, la presencia física del alumno; así, el uso de un sistema de videoconferencia por parte de los alumnos de la especialidad de puente en una Escuela de Náutica no prejuzga, desde luego, la supresión de las prácticas reales en el buque: estas prácticas se mantendrán, pero el sistema de videoconferencia sería un valioso *complemento* formativo para los alumnos de los primeros cursos, que reciben una enseñanza predominantemente teórica.

En la práctica, los recursos de videoconferencia suelen utilizarse mediante aplicaciones que integran, junto a la transmisión de imagen, aptitudes para la audioconferencia (la comunicación verbal a distancia sobre TCP/IP), la pizarra compartida, la transferencia de ficheros, y el chat. Tal

es el caso de *NetMeeting*, un software desarrollado por Microsoft para dar cobertura a este tipo de necesidades de comunicación.

5. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA EAO

MENA *et al.* (1996: 186) han señalado dos principales deficiencias de los sistemas de enseñanza asistida por ordenador basados en tutoriales electrónicos: la rigidez operativa del programa y las limitaciones del interfaz.

La comunicación con el software puede resultar compleja y oscura para quienes no poseen conocimientos o familiaridad para el uso de sistemas informáticos; aunque se han logrado notables avances en el desarrollo de interfaces de usuario amigables, y en la interpretación de lenguaje natural, en la gran mayoría de los casos comunicación debe realizarse mediante comandos o menús que pueden afectar negativamente al rendimiento de algunos alumnos. Por otra parte la organización del programa es todavía rígida - no se adapta con flexibilidad a las condiciones personales y del entorno - y que el alumno no tiene acceso a una explicación detallada del fundamento teórico que sustenta el proceso de resolución del problema.

A todo ello se añade con frecuencia la ausencia de un fundamento operativo sólidamente asentado en la teoría del aprendizaje. Si, como ha sugerido PIAGET, el aprendizaje tiene lugar a través de la comprensión de elementos de conocimiento sucesivamente más complejos, buena parte del software educativo puede ser escasamente útil ya que no ofrece un proceso estructurado en este sentido; de hecho la estructura hipermedia de la *www* violaría este principio de aprendizaje acumulativo. Otras críticas a los recursos de enseñanza asistida por ordenador se centran en su ingenuidad: con frecuencia el desarrollo del software se centra en los aspectos de vistosidad externa más que en el contenido lo que conduce a estructuras de conocimiento *vacías* o escasamente relevantes⁵⁹.

Sin embargo estas afirmaciones deben ser matizadas, en el sentido de que las deficiencias señaladas no son imputables a la tecnología de base, sino a carencias o errores en el diseño del sistema de información o del propio programa docente. De hecho se dispone de los recursos precisos para diseñar sistemas capaces de responder con cierta interactividad a las decisiones del usuario y de explicar detalladamente el razonamiento seguido para alcanzar la solución⁶⁰; la incorporación de facultades de inteligencia artificial permitiría adaptar dinámicamente el curso del programa a las necesidades específicas de formación del alumno en cada momento.

⁵⁹ En relación a las críticas a la situación actual de la EAO, véase DANIEL (1999).

⁶⁰ Esta es precisamente una de las aptitudes funcionales más señaladas de los sistemas expertos: el motor de explicación es capaz de justificar exhaustivamente la decisión sugerida por el sistema (es decir, la solución al problema) mostrando la serie lógica de razonamiento empleada.

Las aplicaciones educativas proporcionan un marco formal que integra coherentemente todos los recursos educativos y facilita, al mismo tiempo, la valoración del avance académico de los alumnos de forma continua y objetiva. MENA *et al* (1996) señalan asimismo que las tecnologías liberan al profesor de las actividades rutinarias, lo que debería proporcionarle el tiempo preciso para atender otras funciones más remuneradoras como la investigación y las tutorías

Sin embargo las evidencias empíricas no permiten afirmar inequívocamente el dominio de la enseñanza basada en ordenador, por lo que no cabe esperar que ésta se imponga a medio plazo como la organización educativa habitual excepto en aquellos casos en los que la presencia física sea costosa o materialmente imposible: con carácter general las tecnologías desempeñarán un papel *instrumental* al servicio de organizaciones docentes basadas principalmente en la interacción cara a cara de profesor y alumnos en un mismo recinto físico y en las que existirá una proporción variable de actividades no presenciales coordinadas a través de recursos telemáticos, en particular correo electrónico y servicios de mensajería instantánea.

6. UNA VISIÓN AL FUTURO: LA ENSEÑANZA EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

Se revisan a continuación algunas herramientas y metodologías que, como los libros electrónicos y la enseñanza a distancia, parecen estar llamados a desempeñar un papel medular en la estrategia educativa de las próximas décadas.

6.1. LOS LIBROS ELECTRÓNICOS

Los libros electrónicos son el resultado de la aplicación intensiva de las tecnologías de la información al concepto tradicional de libro impreso.

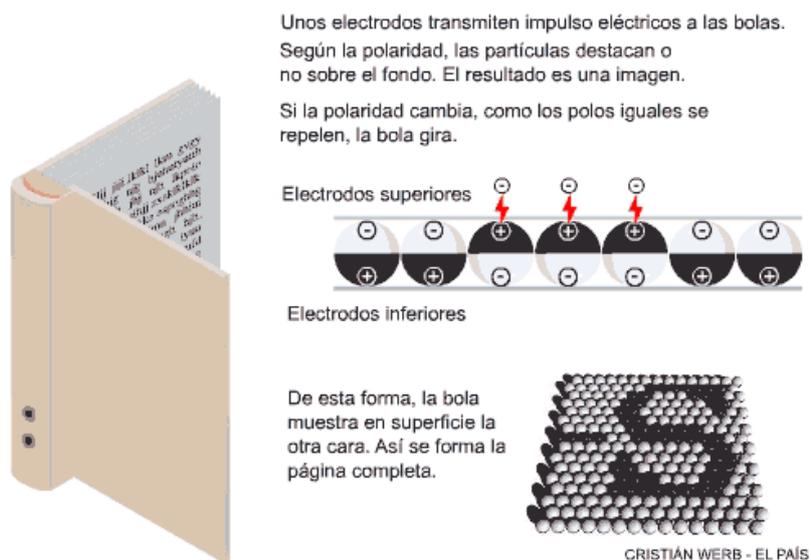
Si bien la tecnología del libro digital está todavía en fase de desarrollo, cabe aventurar que los reproductores tendrán dimensiones semejantes a las de un libro en papel convencional; dentro de sus encuadernaciones se hallarán los dispositivos informáticos precisos para almacenar y reproducir los textos distribuidos en formato electrónico a través de Internet o en dispositivos de almacenamiento específicos; a tal efecto el reproductor está dotado de una batería que garantiza su autonomía y de una memoria para el almacenamiento del texto, que se descargará desde el dispositivo de almacenamiento a través de un interfaz de conexión *ad hoc*.

Internamente el libro digital podría contener múltiples hojas de *papel electrónico*, que se imprimirán mediante *tinta electrónica* (18). Los primeros prototipos de papel y tinta electrónicos fueron desarrollados en el año 1975 por SHERIDON en el Centro de Investigación de Xerox en Palo Alto; en un primer momento la empresa abandonó el proyecto por su elevado coste, pero el desarrollo de nuevas tecnologías de fabricación podría hacer rentable su comercialización.

Cada hoja es una lámina flexible integrada por una base eléctrica sobre la que se aplica un medio en el que flotan varios millones de cápsulas bicolors con una dimensión media de 1/10 de milímetro; el texto y las imágenes se crean orientando adecuadamente todas y cada una de las cápsulas de cada hoja, de igual forma que los caracteres e imágenes se definen en pantalla combinando cientos o miles de *pixels* individuales.

En efecto cada semiesfera posee un color y una carga eléctrica específicas (por ejemplo, color negro y carga negativa) y, en la medida en que flota en el medio interno, puede orientarse aplicando un impulso eléctrico en los electrodos que forman la base de la hoja. Esta es la tecnología Gyricon, en la que el contenido de la hoja digital se modifica arrastrando sobre ella un dispositivo semejante a una impresora, o utilizando un lápiz electrónico.

18. Polarización y generación de páginas en un libro digital



(Fuente: *Ciberpaís*, Jueves 19 de Abril de 2001)

Un planteamiento alternativo es el de E-Ink, una empresa filial del MIT: en este caso las esferas son fijas y huecas, y están rellenas de un líquido negro en el que se ha disuelto cierto pigmento blanco: el color se logra desplazando los elementos del pigmento mediante una carga eléctrica adecuada. La principal debilidad de esta tecnología es su coste, ya que cada esfera debe poseer un conmutador específico, aunque el desarrollo de nuevos conductores plásticos podría incrementar su atractivo económico.

Por el momento el desarrollo comercial de la tecnología afronta tres obstáculos: su escaso mercado, que aumenta el precio final del producto por encima de otras tecnologías comparables, el coste del *papel* y la *tinta electrónicos*, y la ausencia de un lector estándar aceptado por toda la industria.

En la actualidad se dispone de dos lectores que compiten en inversión y promoción⁶¹, más que en utilización real:

- Adobe e-Book Reader, compatible con los sistemas Windows de 32 bits, Macintosh, y Palm, y que en su versión 2.0 incluye un diccionario. En su versión actual es capaz de reproducir el texto mediante un generador de voz, por el momento compatible únicamente con documentos en inglés.
- Microsoft Reader, disponible en inglés y castellano pero únicamente para plataformas PocketPC, la nueva versión de Windows CE; su versión 1.51 incorpora el diccionario de la enciclopedia electrónica Microsoft Encarta.

En ambos casos la tecnología ofrece aptitudes mejoradas en cuanto a la presentación del texto en pantalla, que mejoran la resolución de las pantallas de cristal: se eliminan los perfiles en escalera de los caracteres impresos, existe la posibilidad de personalizar el tamaño tanto el tamaño del texto como el número de páginas en pantalla, y se establecen enlaces de hipervínculo que conducen a recursos web sin necesidad de que otro software distinto del lector.

Ambas plataformas incluyen asimismo cautelas para preservar los derechos de autor y que impiden la copia, almacenamiento, impresión o distribución no autorizadas, ya que el texto queda vinculado a la fuente de la que fue obtenido. En el caso del Acrobat Reader se utiliza la tecnología Content Server 2.0 mientras que Microsoft Reader utiliza el Sistema de Gestión de Derechos Digitales, basado en el lenguaje XrML (*Extensible Rights Markup Language*). En este sentido cabe recordar la reciente aprobación de la *Directiva Europea sobre Derechos de Autor*, que prohíbe taxativamente las iniciativas de intercambio gratuito análogas a Napster; la normativa regula también el derecho del usuario a realizar copias para uso privado así como el uso de la propiedad intelectual para fines de científicos, de investigación, o de educación.

La práctica totalidad de los libros electrónicos disponibles por el momento se ha editado en inglés, por razones de economía para el fabricante aunque, se ha señalado, esta situación cambiará a medida que el mercado se amplíe. En el año 2000 los ingresos en EEUU sumaron aproximadamente nueve millones de dólares, aunque estima⁶² que la comercialización de publicaciones electrónicas representará entorno al 17% de los ingresos de la industria editorial (unos 8.000 millones de dólares) en el año 2005, a medida que las tecnologías en competencia converjan en un estándar *de facto*.

⁶¹ En ambos casos el proveedor del lector se beneficia de una comisión por la venta de libros digitales.

⁶² Fuente: FORRESTER RESEARCH.

Entre las principales ventajas operativas del libro electrónico se halla su plena compatibilidad con la tecnología de *hipertexto*: a diferencia del libro impreso, en el que la lectura tiene lugar de manera esencialmente secuencial, el libro electrónico permite realizar *saltos* discretos hacia elementos de información relacionada de forma análoga a como lo hacen los navegadores en el caso de la estructura web de Internet.

6.2. ENSEÑANZA A DISTANCIA. LAS UNIVERSIDADES VIRTUALES

La electrificación de los vínculos de información en las Universidades ha conducido al diseño de estructuras académicas en las que todas o parte de las actividades administrativas y de enseñanza tienen lugar en el seno de redes telemáticas. La automatización ha avanzado principalmente en las funciones administrativas, como la matriculación, y en la difusión de información institucional: programas, horarios y calendarios, normativa académica, etc. Por el contrario las actividades docentes propiamente dichas se han mantenido relativamente aisladas del proceso de cambio, amparadas en la normalización y sostenidas por la inercia operativa generada durante cuatrocientos años, a pesar de que las tecnologías pueden ofrecer utilidades incuestionables.

La conveniencia de introducir aplicaciones de las tecnologías de la información en el proceso de enseñanza está ampliamente respaldada en múltiples informes y documentos sobre la reforma de la enseñanza superior (EEUU, Comisión Europea, Australia, etc.). La CRUE ha destacado la conveniencia de crear infraestructuras y formar al profesorado y los alumnos para incorporar progresivamente los recursos tecnológicos a la dinámica educativa, y el informe Universidad 2000 señala al desarrollo tecnológico como una prioridad estratégica de las instituciones educativas españolas.

Sin embargo a lo largo de la última década se ha sugerido la creación de instituciones educativas virtuales que aspiran a reemplazar, a medio y largo plazo, a la universidad tradicional prestando servicios de enseñanza a distancia basada en Internet⁶³. El proceso de enseñanza se desarrolla en un entorno de enseñanza de naturaleza virtual que (...) *habilita a los usuarios a llegar a ser participantes en espacios de lo abstracto*" (GAYESKI, 1993: 75), y en el que los conceptos físicos de aula, recursos, alumnos, y profesor son reemplazados por entidades abstractas que mimetizan sus características y funcionamiento reales.

Una primera cuestión, por el momento pendiente, es la de determinar en qué medida las organizaciones virtuales ofrecen mayores expectativas de éxito académico que sus equivalentes convencionales y, en su caso, identificar las características críticas que crean las ventajas comparativas. Es interesante comprobar cómo la controversia en torno a las aplicaciones educativas de las tecnologías de la información replica, de manera prácticamente mimética, la dinámica de

⁶³ Véase, en relación al desarrollo de las universidades virtuales en EEUU, el trabajo de VACHRIS (1999).

introducción de las tecnologías de la información en la gestión de empresas: al primer período de uso experimental le sigue una etapa de difusión masiva ajena al control directo de la Dirección de la empresa y, en último término, un ciclo en el que los gestores toman el control de la política de inversión en tecnologías de la información para garantizar la economicidad de los proyectos y su alineamiento con los objetivos de negocios. Las aplicaciones educativas se hallan precisamente en el período de transición de la primera experimental a la segunda etapa de difusión incontrolada: asistimos al rápido desarrollo de Intranets universitarias con poca o ninguna planificación, a la inversión masiva en tecnologías que son posteriormente infrautilizadas, y a la multiplicación de campus y universidades virtuales cuya eficacia práctica no está en absoluto contrastada.

Al debate acerca del impacto de la universidad virtual en la calidad de la enseñanza se añade la ausencia de un marco teórico que explique suficientemente el efecto de la desmaterialización sobre la estructura de costes de las Universidades: cabe esperar una reducción de las cargas de profesorado pero, también, un aumento del personal encargado de la planificación y administración de la red informática, así como una intensificación de la inversión tecnológica.

6.2.1. El informe Bricall. Criterios generales de la CRUE

El informe Universidad 2000, elaborado por BRICALL, destaca la importancia de que las Universidades se hagan conscientes de la importancia de las tecnologías de la información para la formación integral de sus alumnos y para su propia supervivencia como institución. A tal efecto se sugiere que la introducción y desarrollo de la infraestructura tecnológica estén específicamente contempladas en sus respectivos planes estratégicos.

Al mismo tiempo destaca que la tasa de acceso a Internet es, en España, significativamente inferior al promedio europeo, lo que cuestionaría la eficacia práctica de una hipotética sustitución de las universidades tradicionales por instituciones virtuales.

6.3. LA ENSEÑANZA EN GRUPO EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

La integración de los recursos de las tecnologías de la educación en aplicaciones educativas suele conducir al desarrollo de entornos de enseñanza de grupo en los que la cooperación, la colaboración, desempeña un papel medular.

- GDSS
- Desarrollo de Intranets

Muchas herramientas de enseñanza asistida por ordenador asumen una dinámica de trabajo de grupo en la que los alumnos, tanto si están localizados en un mismo recinto físico como si trabajan desde localizaciones dispersas, realizan actividades cooperativas utilizando los recursos de

un canal telemático que interconecta sus respectivos equipos y ofrece servicios de comunicación. Las modalidades de trabajo disponibles son virtualmente ilimitadas: desde la docencia presencial, en la que el ordenador se utiliza como herramienta complementaria de trabajo, hasta la enseñanza a distancia, en la que los equipos informáticos son críticos para la comunicación y para la coordinación del trabajo; podría incluso aventurarse el desarrollo de tutores inteligentes basados en tecnologías de inteligencia artificial tales como los sistemas expertos o las redes de neuronas artificiales, capaces de programar, coordinar, evaluar, y corregir dinámicamente el trabajo de los alumnos. Todas ellas comparten el objetivo común de aprovechar las sinergias generadas por el trabajo de grupo para impulsar el trabajo individual, mejorar el rendimiento del alumno, y promover su socialización fomentando el desarrollo de aptitudes de cooperación, respeto y tolerancia.

Índice de contenido

Las tecnologías de la información en la educación.....	1
II. Aplicaciones educativas de las tecnologías de la información.....	1
1. Aplicaciones didácticas de las tecnologías de la información	1
2. El ordenador como objeto de estudio	2
3. Enseñanza asistida por ordenador	3
3.1. La evolución del multimedia y de la EAO	3
3.1.1. La tecnología de disco digital versátil	5
3.2. Modalidades y herramientas de EAO.....	7
3.2.1. Enseñanza presencial. El <i>aula electrónica</i>	9
3.2.2. Enseñanza a distancia. Inteligencia artificial, tutoriales y herramientas de simulación	10
3.2.3. Herramientas de soporte al trabajo cooperativo	14
3.2.4. Herramientas de apoyo. Enciclopedias y diccionarios electrónicos. INternet	19
3.3. Implicaciones sociales de la enseñanza asistida por ordenador.....	25
4. Recursos de comunicación	27
4.1. Bases de datos y recursos en Internet	27
4.1.1. De ARPANET a la World Wide Web	27
4.1.2. Aplicaciones educativas de Internet	30
4.1.2.1. La estructura hipermedia.....	31
4.1.2.2. Servicios de información y comunicación	33
4.1.2.3. Internet como soporte para la simulación	34
4.1.3. La regulación de la red. Libertad y supervisión	35
4.2. Herramientas de comunicación electrónica	36
4.2.1. TELNET (Telematics Network)	36
4.2.2. Transferencia de ficheros (FTP)	36
4.2.3. Correo electrónico	37
4.2.4. Grupos de noticias y listas de distribución.....	40
4.2.5. Internet Relay Chat (IRC)	42
4.2.5.1. ICQ: I-Seek-You.....	43
4.2.6. Entornos MOO.....	44
4.2.7. Videoconferencia.....	46
5. Análisis crítico de la EAO.....	49
6. Una visión al futuro: la enseñanza en la sociedad de la información.....	50
6.1. Los libros electrónicos	50

6.2.	Enseñanza a distancia. Las universidades virtuales	53
6.2.1.	El informe Bricall. Criterios generales de la CRUE.....	54
6.3.	La enseñanza en grupo en la Sociedad de la Información.....	54

Índice de ilustraciones

Ilustración 1.	Disposición física del aula	9
Ilustración 3.	Estructura de un sistema experto.....	12
Ilustración 2.	Valoración comparativa subjetiva	18
Ilustración 4.	Una enciclopedia multimedia basada en la tecnología de hipervínculos	20
Ilustración 5.	Ventana de una enciclopedia electrónica no hipermedia.....	21
Ilustración 6.	Una página de Microsoft Encarta en Internet	23
Ilustración 7.	Un diccionario en línea	24
Ilustración 8.	Una herramienta de conversión.....	24
Ilustración 9.	Internet como red de redes.....	28
Ilustración 10.	Evolución del número de usuarios.....	29
Ilustración 11.	Página principal del BOP de A Coruña	34
Ilustración 12.	Un mensaje de correo electrónico cifrado con PGP 6.5.1	38
Ilustración 13.	Verificación de claves y autenticación del remitente.....	39
Ilustración 14.	Verificación de la firma digital de un fichero independiente.....	39
Ilustración 15.	Listas de distribución en el servidor de REDIRIS	41
Ilustración 16.	Un MOO para la enseñanza de idiomas	45
Ilustración 17.	Una cámara web en tiempo real.....	48

Índice de tablas

Tabla 1. Formatos DVD	6
Tabla 2. Implicaciones del GDSS sobre la calidad de las decisiones	16
Tabla 3. Implicaciones del GDSS sobre el rendimiento social del grupo.....	17