

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN EDUCACIÓN.

Manuel Area Moreira (Facultad de Educación) y
Carina S. González González (Facultad de Informática)

Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías
<http://www.edulab.ull.es>

Universidad de La Laguna

Introducción

La acumulación, procesamiento y transmisión de información digitalizada independientemente del espacio y el tiempo utilizando tecnologías informáticas es una de las grandes revoluciones técnico-científicas y culturales del presente. El uso generalizado de las llamadas nuevas tecnologías de la comunicación e información (computadoras, equipos multimedia de CD-ROM, DVD, redes locales, Internet, televisión digital, telefonía móvil, ...) en las transacciones económicas y comerciales, en el ocio y el tiempo libre, en la gestión interna de empresas e instituciones, en las actividades profesionales, ..., es un proceso evidente e imparable apoyado desde múltiples instancias y al que pocos le ponen reparos. Por ello, las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) son uno de los ejes o vértices en torno al cual se está construyendo gran parte de la nueva sociedad informacional y constituyen, en consecuencia, uno de los temas o líneas problemáticas de mayor interés en casi todos los campos científicos y de conocimiento.

No existe prácticamente ninguna disciplina académica que no tenga una línea de trabajo, investigación o estudio dedicada a las aplicaciones de las tecnologías digitales en su ámbito del saber. El desarrollo del conocimiento científico en cualquier disciplina sea la medicina, la astrofísica, el derecho, la historia, la biología, la economía, la psicología ..., no puede explicarse sin la intervención de los ordenadores en la construcción del saber alterando no sólo las formas, procedimientos y estrategias de investigación, sino también abriendo nuevos horizontes de conocimiento y práctica.

Por ello desde hace una veintena de años, la educación en general, y los procesos de enseñanza y aprendizaje, en particular, son ámbitos relevantes en los que se desarrollan proyectos y experiencias de aplicación de las TIC. Los conceptos de "Informática educativa", "Educación Multimedia", "Tecnología Educativa", "Enseñanza asistida por ordenador", "Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación", "E-Learning", "Software educativo", "Educación Virtual", entre otros, representan la ejemplificación del interés en aplicar y usar las tecnologías digitales con fines pedagógicos.

Como es bien sabido los primeros intentos de utilizar los ordenadores con fines educativos se fundamentaron en las propuestas conductistas de la enseñanza programada formulada por Skinner y que se materializaron a través del enfoque conocido como CAI (Computer

Assited Instruction)¹ predominante en la década de los años setenta y parte de los ochenta. Desde entonces hasta hoy en día no sólo ha evolucionado de forma espectacular la tecnología informática, sino que también han cambiado las teorías sobre la enseñanza y el aprendizaje. De este modo, hemos evolucionado desde los denominados modelos de enseñanza eficientistas y conductistas sobre los medios hacia planteamientos basados en concepciones constructivistas y culturales del aprendizaje en situaciones sociales. Estos cambios en las teorías y supuestos conceptuales de la investigación educativa supuso lógicamente también una reformulación de los problemas y metodologías de estudio. Asimismo nos hemos enriquecido con la incorporación de conceptos y teorías que tienen por objeto a la cultura como un fenómeno histórico y social. Por decirlo en pocas palabras, la Tecnología Educativa está soltando el lastre tecnócrata de la ciencia positivista y hemos empezado a asumir la condición postmoderna del conocimiento².

Desde hace dos décadas el estudio e investigación en torno a las aplicaciones de los ordenadores en los procesos de enseñanza-aprendizaje han sido desarrollados, preferentemente, desde dos campos bien definidos, pero hasta la fecha inconexos: el educativo o pedagógico cuya concreción ha sido la disciplina denominada “Tecnología Educativa”, y el ámbito o campo de las ciencias de la computación y de las telecomunicaciones. Unos y otros hemos desarrollado trabajos paralelos, independientes, como si fueran espacios del saber incompatibles. El desconocimiento (y a veces el recelo y desconfianza) de las producciones teóricas y prácticas de unos grupos y otros ha sido la tónica habitual. Ello no sólo en el contexto español, sino por extensión en la comunidad académica internacional. Baste revisar las revistas científicas relacionadas con la Tecnología y la Educación³ y podrá comprobarse que quienes escriben en unas están ausentes en las otras, y viceversa. Dicho en términos populares, los “pedagogos” han ido por un lado, y “los informáticos” por otro, cuando en el fondo, ambos están recorriendo el mismo camino, aunque con distintos vehículos.

Por otra parte, en estos momentos pudiéramos afirmar que el eje problemático “Tecnologías de la Información y Comunicación en la Educación” es un campo de estudio que aglutina y atrae el interés de distintas disciplinas académicas. Así en las Ciencias Sociales, junto a la Tecnología Educativa existen otras áreas como la sociología de la comunicación, la psicología educativa y social, o la teoría de la educación que abordan, en mayor o menor medida, los problemas relativos con la creación, difusión y adquisición de prácticas culturales con de nuevas tecnologías. De modo similar ocurre en el campo de los estudios tecnológicos: los sistemas de telecomunicaciones, la arquitectura de los

¹ En español EAO (Enseñanza Asistida por Ordenador).

² Utilizamos el concepto formulado por Lipotveski de “condición postmoderna” para referirnos a la crisis del pensamiento ilustrado o moderno (caracterizado por la racionalidad técnica, la separación de disciplinas, o una concepción lineal del progreso) tal como fue formulado en los siglos XVIII, XIX, y parte del XX. La condición postmoderna de las sociedades contemporáneas, entre otras cuestiones, exigen a los investigadores asumir formulaciones complejas (y borrosas) del conocimiento.

³ En revistas de naturaleza “educativa” y que abordan temáticas relacionadas con la tecnología como *Educational Technology*, *British Journal of Educational Technology*, *Australian Journal of Educational Technology* por citar algunas en inglés, o *Comunicación y Pedagogía*, o *Píxel-Bit*, en español, la mayoría de los autores pertenecen a Facultades y Departamentos vinculados con los estudios de Pedagogía y/o Psicología. Por el contrario en revistas de origen “tecnológico” y que abordan las aplicaciones educativas de la informática como *International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)*; *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia (JEMH)*; *International Journal on E-Learning (IJEL)*; *Journal of Interactive Learning Research (JILR)*, ..., la mayoría de los autores proceden de la ingeniería del software o de las telecomunicaciones.

ordenadores, la ingeniería del software, la estadística operativa y computacional, la inteligencia artificial, los lenguajes de programación, ..., son disciplinas y áreas que, incorporan, alguna línea de estudio relativa al desarrollo y uso de estas tecnologías con fines educativos.

El panorama investigador sobre esta problemática, en consecuencia, es muy variado, dispar y complejo tanto en el ámbito académico español como internacional. Existen multitud de centros, grupos o laboratorios de investigación que desarrollan proyectos relativos a las TIC y la educación. Baste realizar una búsqueda en Internet⁴ para descubrir el enorme interés que provoca esta problemática no sólo en las universidades, sino también en las empresas, en las administraciones públicas o en los distintos tipos de organizaciones sociales y ciudadanas. ¿Cómo aprendemos con medios y tecnologías? ¿En qué medida éstas ayudan a mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje? ¿Qué nuevos desarrollos tecnológicos favorecen la comunicación y aprendizaje en colaboración? ¿Pueden las máquinas enseñar de forma eficaz sin la presencia física de un tutor humano? ¿Cómo afectan las TIC en la modificación de los valores y prácticas culturales de la infancia y juventud? ¿Qué tipos de aplicaciones informáticas permiten incrementar la eficacia del trabajo docente?... Estas, entre otras, son algunas de las cuestiones de preocupación para quienes trabajamos con tecnologías en la educación.

Muchas son las preguntas, pero para encontrar las respuestas es necesario ordenar, clasificar y organizar conceptualmente los problemas formulados y las prácticas de investigación. En el contexto universitario español de la Tecnología Educativa llevamos tiempo intentando ordenar nuestro conocimiento. Los trabajos presentados en anteriores JUTE elaborados por Bartolomé y Sancho (1992), por Sancho y otros (1998), o por Area (2000) son un ejemplo de este empeño. Ciertamente otras publicaciones como Cabero (2001); De Pablos (1995); Gallego (1998); Marqués (1999); Martínez (1994; 1998) también han realizado distintas propuestas y análisis sobre las líneas y problemas relevantes en la investigación sobre las tecnologías y la educación.

Esta ponencia persigue ofrecer un primer esbozo de un mapa conceptual de las líneas de investigación que actualmente están siendo desarrolladas en torno a las tecnologías de la información y comunicación en la educación. Por ello este texto ha sido escrito como un documento inicial, a modo de borrador, que queremos someter al debate y, en consecuencia, debe ser leído no como un documento acabado, sino como un punto de partida para futuros trabajos.

Hemos asumido que todavía no existe un marco unificado en el actual panorama académico. Existe, todavía, una notoria y evidente separación entre la práctica investigadora desarrollada desde la educación frente a la que se realiza desde la informática e ingeniería de las telecomunicaciones. Por ello lo hemos estructurado en dos partes claramente delimitadas. Una primera, que ofrece la “mirada pedagógica” en la que se pretende clarificar y clasificar las distintas líneas de trabajo e investigación que actualmente estamos desarrollando los docentes e investigadores vinculados al ámbito de la Tecnología Educativa en el contexto universitario español. La segunda parte, representa la “mirada tecnológica”. Está redactada por Carina González, profesora de la Facultad de Informática, en la que realiza un inventario de las líneas de investigación desarrolladas

⁴ Al escribir la combinación de las palabras “Technology AND Education” en un buscador como GOOGLE encontró la cifra de 5,640,000 webs en inglés. En lengua española los términos “Tecnología AND Educación” produjeron la cifra de 850.000 páginas. Búsqueda realizada el 3-09-2003.

desde el ámbito de los estudios de informática y telecomunicaciones. Finaliza este ensayo con unas breves conclusiones sobre la necesidad de articular proyectos conjuntos entre unos y otros.

La mirada pedagógica: Líneas de trabajo e investigación en Tecnología Educativa en nuestro país⁵.

Si comparamos la situación actual de producción científica y académica de la Tecnología Educativa (T.E.) en el contexto español con la de hace diez o quince años, habremos de realizar necesariamente un balance positivo. La comunidad académica o grupos de investigación españoles directamente vinculados con este ámbito de trabajo vive un periodo fecundo e intenso tanto en el plano de la producción teórica, como de la actividad investigadora, así como de implementación de proyectos relacionados con la aplicación de las nuevas tecnologías a la enseñanza. Este fenómeno se ve reflejado en el notorio crecimiento que en estos últimos años se ha producido de la cantidad (y calidad) de las publicaciones (en formato libro, revistas o informes), en la organización de Congresos, Jornadas o Seminarios, en la realización de tesis doctorales, estudios y proyectos de investigación, en el diseño y desarrollo de materiales educativos multimedia, cursos on line, etc. Los dos ejemplos más evidentes, en el contexto español, son la organización de las *Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa*⁶ y de los Congresos *EDUTEC*⁷ que vienen celebrándose de forma continuada desde hace una década.

Existe, en consecuencia, una amplia diversidad y variedad de líneas y temáticas alrededor del eje u objeto de estudio representado por los medios y tecnologías de la información y comunicación en la educación. A continuación vamos a ofrecer de forma sintética algunos datos y valoraciones que pueden ayudar a entender las coordenadas teóricas y el conjunto de prácticas que estamos desarrollando la comunidad española que enseña e investiga esta temática dentro del área de conocimiento denominada “Didáctica y Organización Escolar” encuadrada en los estudios de Educación.

Con relación a los supuestos teóricos:

- En estos últimos años hemos abandonado en la T.E., o al menos, superado, las tradicionales visiones de los medios apoyadas tanto en los presupuestos conductistas del aprendizaje como en un enfoque tecnocrático de la enseñanza. Asimismo nuestros trabajos han ganado en mayor fundamentación teórica, superando lo que se ha denominado peyorativamente como “ferretería pedagógica”.

⁵ Una versión inicial de este apartado fue presentado en la reunión del área de Didáctica y Organización Escolar celebrada en Valencia en mayo de 2003.

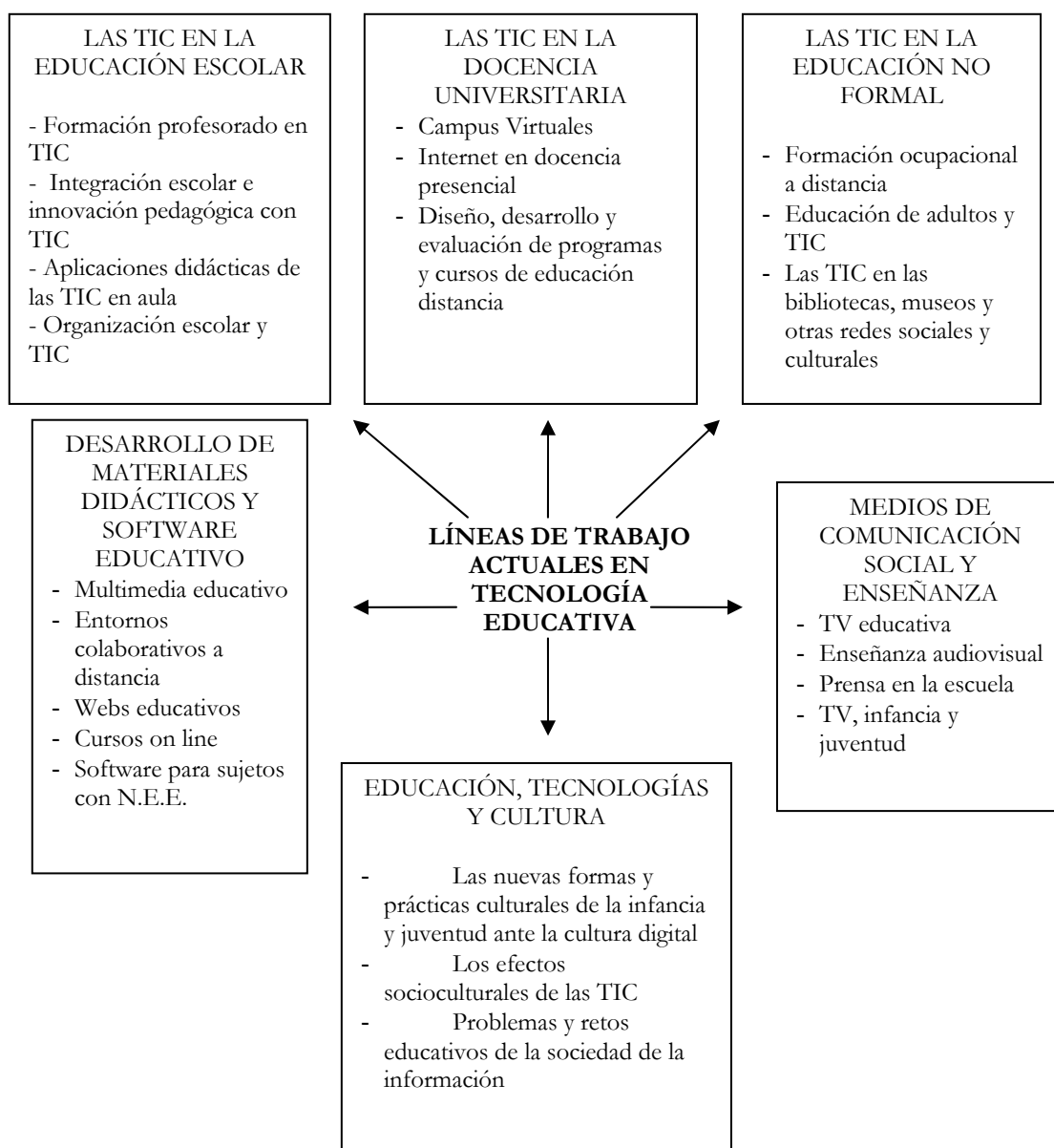
⁶ Las primeras *Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa* se celebraron en Sevilla (1993). Desde entonces han sido sedes de las mismas las siguientes universidades: Salamanca (1994), Barcelona (1995), Murcia (1996), Málaga (1997), La Laguna (1998), Sevilla (1999), Oviedo (2000), Murcia (2001), Barcelona (2002). Las próximas Jornadas correspondientes a 2003 se celebrarán en Valladolid.

⁷ *EDUTEC* ha celebrado hasta la fecha varios Congresos Internacionales. El primero arrancó en Badajoz (1993), el segundo se celebró en Palma de Mallorca (1995), el tercero en Málaga (1997), el cuarto en Sevilla (1999), el quinto en Murcia (2001) y el próximo será en Caracas (Venezuela). *EDUTEC* también dispone de un foro de debate y un espacio virtual en RedIris (<http://edutec.rediris.es/>) y publica una revista electrónica con el mismo nombre.

- Actualmente gran parte de los trabajos de investigación sobre medios y la enseñanza se apoyan en las aportaciones de la teoría curricular en sus distintos ámbitos de análisis y actuación (formación del profesorado, organización instituciones escolares, materiales curriculares, procesos de innovación y mejora, etc.) así como en las aportaciones de otros campos relacionados con la cultura y la tecnología (sociología de la cultura, teorías de la comunicación, constructivismo social, CTS, estudios culturales, ...)
- Desde una perspectiva metodológica apenas se realizan investigaciones de corte experimental, desarrollándose estudios de corte descriptivo en los que se combinan técnicas cuantitativas y cualitativas, así como aproximaciones a estudios de casos (bien de individuos, de centros, de experiencias, de programas) y proyectos que responden al modelo I+D.

Con relación a las líneas y temáticas de investigación

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) y la educación están convirtiéndose en un programa de investigación consolidado y que atrae el interés, no sólo de pedagogos, sino también de otras disciplinas relacionadas con las ciencias de la



computación (como la ingeniería del software, arquitectura de ordenadores, ...). A diferencia de estos últimos -preocupados por el diseño e implementación de sistemas tecnológicos y de software-, el interés de la T.E. se centra, en un sentido amplio, con las prácticas socioeducativas desarrolladas en estas tecnologías, y dicho de forma más específica con el diseño, desarrollo, uso y evaluación de las TIC en distintas situaciones de enseñanza-aprendizaje que abarcan desde la formación presencial a la educación a distancia, desde la educación escolar a la educación en ámbitos no formales, desde la educación infantil hasta la docencia universitaria.

En síntesis podríamos sugerir que los principales ámbitos y líneas de trabajo que actualmente estamos desarrollando en el ámbito de la Tecnología Educativa son los siguientes (ver cuadro adjunto):

- a) *Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación escolar* que abarca sublíneas de trabajo como la formación del profesorado en tecnología y cultura digital; las aplicaciones didácticas de las TIC, tanto en soporte disco como distribuidas a través de la WWW, en el aula; el análisis y evaluación de proyectos y experiencias para la integración e innovación pedagógica de las TIC en el sistema escolar; y las implicaciones organizativas de las tecnologías en los centros educativos.
- b) *Las T.I.C. en la docencia universitaria*, que incorpora sublíneas como son el diseño, desarrollo y mantenimiento de campus virtuales en instituciones universitarias; el diseño, desarrollo y evaluación de cursos y programas distribuidos on line; y la utilización de Internet como recurso de apoyo en la enseñanza presencial (creación de webs docentes, asesoramiento y formación del profesorado, utilización de recursos informáticos en el aula, etc.)
- c) *Las TIC en la educación no formal* que se subdivide en líneas de trabajo relativas, a las aplicaciones de las tecnologías en la formación de trabajadores y en la denominada formación continua, la educación de personas adultas, y en las aplicaciones de las TIC en espacios y escenarios formativos como las bibliotecas, asociaciones culturales y juvenil, museos, y aquellas otras actividades formativas extraescolares.
- d) *Diseño, desarrollo y evaluación de materiales didácticos y software educativo* que implica la creación de material educativo en formato multimedia (bien CD-ROM, bien WWW); el desarrollo de webs y cursos on line; y la investigación sobre software con propósitos educativos y para sujetos con necesidades educativas especiales.
- e) *Medios de comunicación social y enseñanza*. Esta línea no está directamente vinculada con las TIC, sino con los medios de comunicación de masas (televisión, prensa y radio), pero sigue siendo un ámbito de estudio relevante. Entre sus sublíneas de trabajo destacamos la denominada televisión educativa, los programas y experiencias de prensa escolar, la educación o enseñanza audiovisual, y el estudio de los efectos de la televisión sobre la infancia y juventud en la formación de valores, ideas y actitudes.
- f) *Educación, tecnologías y cultura*. Esta última línea de trabajo se centra en el análisis socioculturales de las tecnologías en la sociedad contemporánea y de los retos educativos que implican. De este modo se trabajan cuestiones relativas a la reflexión sobre las nuevas metas, formas y desafíos educativos de la sociedad informacional; los efectos de las tecnologías digitales en la cultura de nuestra época,

y los cambios que se están produciendo en la adquisición de la cultura de los niños y jóvenes como consecuencia del uso (y abuso) de las TIC.

En definitiva, desde un punto de vista pedagógico podemos sugerir que:

1. La Tecnología Educativa (TE) en estos últimos diez años tanto en el contexto español como internacional ha ido ganando presencia y consolidándose como una disciplina pedagógica necesaria y relevante en los estudios de formación de los profesionales educativos: maestros, pedagogos, psicopedagogos, educadores sociales, profesores de secundaria. En este sentido, el hecho de que las asignaturas de “Tecnología Educativa” en la titulación de Pedagogía, y de “Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación” en las titulaciones de Maestro y de Educación Social fueran materias troncales sirvió para afianzar e impulsar esta línea de estudio e investigación en el contexto universitario de nuestro país.
2. La comunidad universitaria española de TE ha dado importantes pasos en su proceso de vertebración y reconocimiento como tal. Los congresos de EDUTEC, las Jornadas Universitarias de TE, las listas de distribución, las publicaciones de libros colectivos, las creaciones de webs para la docencia universitaria, el desarrollo de cursos de postgrado y proyectos de investigación, revistas como PixelBit, Edutec o Comunicación y Pedagogía ..., son la muestra de la vitalidad de esta disciplina dentro del contexto específico de nuestra área de conocimiento (D.O.E.) como de la comunidad universitaria en general.
3. Sin embargo, todavía quedan tareas pendientes o susceptibles de mejorar:
 - en el plano teórico seguimos manteniendo un conocimiento fragmentado de las relaciones entre las tecnologías, la cultura, el aprendizaje y la enseñanza. Esto, inevitablemente, no es un problema específico de nuestro contexto, sino de toda la comunidad académica internacional de este campo,
 - en el plano de investigación, todavía no hemos sido capaces de formular y emprender proyectos ambiciosos a medio plazo a través de la constitución y colaboración entre grupos de universidades tanto españolas, como extranjeras,
 - también es necesario señalar que otro reto importante se refiere a la necesidad de vincular la actividad que desarrollamos dentro de la universidad hacia el exterior, es decir, hacia el desarrollo de proyectos que impliquen trabajar de forma coordinada con otras instituciones y agentes del sistema educativo no universitario, del ámbito laboral y empresarial, así como de diversos colectivos sociales y culturales
4. Por otra parte hemos de indicar que la Tecnología Educativa como disciplina puede ayudar y realizar aportaciones útiles y valiosas no sólo al avance del conocimiento pedagógico en general, y didáctico en particular, sino también a la mejora e innovación de las prácticas de enseñanza de todos los sistemas formativos. Dicho de otro modo, las tecnologías digitales, para nosotros, no deben ser solo un objeto o materia de estudio e investigación, sino que también debemos utilizarlas como recursos catalizadores de la innovación pedagógica, sobre todo en el ámbito de nuestra propia docencia universitaria. Dicho de otro modo, debemos predicar con el ejemplo.

5. En este sentido, la mayor parte de los docentes universitarios españoles de T.E. estamos embarcados en la innovación de nuestras prácticas docentes empleando para ello las nuevas tecnologías. En estos momentos es relativamente habitual que nuestras asignaturas dispongan de su sitio web en Internet y que sean empleadas por el alumnado como material didáctico en el estudio de las mismas, de que los docentes tengamos nuestra propia página web, de que se realicen experiencias docentes interuniversitarias basadas en el uso de los foros y chats o en la videoconferencia, y que desarrollemos cursos, programas de doctorado y estudios de postgrado on line o a través de la modalidad de teleformación. Asimismo, muchos colegas de nuestro ámbito están liderando o están altamente implicados en proyectos y experiencias destinadas a facilitar el uso pedagógico de estas tecnologías en las instituciones universitarias a las que pertenecen⁸ en las cuales se desarrollan planes de formación del profesorado universitario, creación de materiales didácticos en formato digital, asesoramiento y apoyo pedagógico en uso de las TIC, diseño de cursos de teleformación, desarrollo de proyectos de innovación educativa apoyados en el uso de las nuevas tecnologías, etc.

La mirada tecnológica: Investigación y desarrollo sobre informática en Educación

En los últimos veinte años, la Informática ha ido evolucionando desde interfaces textuales y redes de uso exclusivamente académico y/o militar a sistemas de realidad virtual y uso de Internet en todos los ámbitos de la sociedad. Junto a este avance de la Informática en general, sus aplicaciones al ámbito de la Educación también fueron transformando, desde los iniciales Sistemas de Enseñanza Asistida por Ordenador a los actuales Sistemas Inteligentes Distribuidos de Aprendizaje Colaborativo. Estas aplicaciones se han ido instaurando en los ambientes educativos nacionales e internacionales concentrando a su alrededor a organismos, comunidades, congresos, portales, proyectos y mucho más. Ejemplos de esto lo constituyen las distintas sociedades nacionales e internacionales que se han creado alrededor de esta temática, tales como la ADIE (Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa), la RIBIE (Red Iberoamericana de Informática Educativa), la ISTE (International Society for Technology in Education), la AACE (Association for the Advancement of Computing in Education) y la AIDE (Society of Artificial Intelligence in Education). Estas sociedades promueven y organizan distintas actividades, como congresos, mesas redondas, talleres, publicaciones, entre otras, donde se debaten distintas propuestas teórico-tecnológicas.

Nuestro país no permanece ajeno a este fenómeno, existiendo numerosas experiencias en este campo que reflejan las investigaciones llevadas a cabo en el ámbito tanto nacional como internacional. Deseamos en esta ponencia realizar un primer recorrido sobre el estado del arte en este tema. Por ello, intentaremos agrupar las principales líneas de investigación de la aplicación de la Informática en la Educación en grandes áreas temáticas. Debemos aclarar que esta agrupación o categorización no es estricta, ya que en estas aplicaciones se

⁸ Algunos ejemplos son el Campus Extens en la Universidad de las Islas Baleares, el CENT (Centro de Educación y Nuevas Tecnologías) en la Univ. Jaime I de Castellón, EDULLAB (Laboratorio de Educación y Nuevas Tecnologías) de la Univ. de La Laguna, el Secretariado de Audiovisuales y Nuevas Tecnologías de la Universidad de Sevilla, o el Centro de Innovación Educativa y Enseñanza Virtual de la Universidad de Málaga.

interrelacionan y combinan tecnologías que provienen de las distintas áreas. Hemos identificado cuatro grandes líneas de investigación que a su vez se subdividen en otras. Estas cuatro grandes ámbitos investigadores son:

- Programación e Ingeniería de Software Educativo
- Inteligencia Artificial en Educación
- Interfaces Humano-Máquina
- Redes y Telecomunicaciones: Internet y Educación

1. Programación e Ingeniería de Software Educativo

Cuando hablamos de “Informática en Educación” habitualmente solemos pensar en producción de “materiales digitales para la enseñanza” o “software educativo”. Entendemos por software educativo, un programa que permite cumplir o apoyar funciones educativas, como la administración de procesos o recursos (ejemplo: sistema de gestión de un campus virtual), o aquellos que asisten el proceso de enseñanza-aprendizaje (ejemplo: sistemas tutoriales inteligentes).

Pero no se trata solamente de crear software educativo, sino de que se cumplan en el diseño y el desarrollo ciertos criterios de calidad, tanto educativos como tecnológicos. Por ello, actualmente en el campo de la Informática se están creando metodologías especiales aplicadas a la modelización e implementación de software educativo, aunque también se utilizan metodologías existentes en Ingeniería de Software pero aplicadas a este fin, incluso es posible diseñar, representar e incluir modelos de aprendizaje en el mismo.

Veamos algunas de las líneas de investigación que hemos considerado que pertenecen a esta área temática.

1.1 Ingeniería de Software Educativo

Cuando aplicamos las técnicas de ingeniería de software (especificación, metodologías de análisis y diseño de software y técnicas de validación) al desarrollo de programas educativos, podemos hablar de Ingeniería de Software Educativo (ISE).

Aquí se estudian y definen nuevas metodologías informáticas que favorezcan el diseño de un software educativo de calidad.

Por tanto, para desarrollar un software educativo, se modelan tanto la estructura y arquitectura del sistema como el modelo de aprendizaje elegido.

La estructura del software es el modelo de lo que quiere hacer. Para definir una estructura se deben realizar una serie de pasos, en donde el primero será crear el modelo. Luego se determina el método que se utilizará para su desarrollo. Después se definen y representan los procesos que representen el comportamiento del sistema (por ejemplo dar de alta un curso, establecer objetivos, definir estrategias de aprendizaje, determinar el número de unidades, etc.); las entradas, salidas y relaciones entre ellas (por ejemplo: el proceso de evaluación toma la información de los resultados obtenidos por el alumno en un test y determina si el estudiante aprendió o no); así como los datos o entidades (por ejemplo objetos típicos son alumnos, profesores, evaluaciones, sesión de trabajo, las unidades temáticas, etc.). Los modelos que se crean emplean una notación gráfica que muestra información, procesamiento, comportamiento del sistema y otras características con diferentes símbolos reconocibles.

Respecto al modelo de aprendizaje, se deben modelar los objetivos de aprendizaje relacionados con la serie de conocimientos que se quieren enseñar. Aquí se representan las teorías pedagógicas y/o que subyacen en el sistema. Se intentan modelar el estado de conocimiento del alumno, estos estados guían la acción en el sistema.

Dentro de esta línea en nuestro país podemos mencionar al Grupo Decoroso Crespo para Aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la Enseñanza (LATICE) de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid (<http://decoroso.ls.fi.upm.es/>), aunque también trabaja en otros temas relacionados a la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza tales como Sistemas Tutoriales Inteligentes o Agentes Virtuales Inteligentes, entre otros.

1.2 Estandarización de tecnologías para Sistemas de Enseñanza

Con el objeto de desarrollar estándares técnicos, prácticas recomendadas y guías de diseño de tecnología para Sistemas de Enseñanza se han creado distintos comités encargados de dictar estas normas. Actualmente, se han desarrollado numerosas guías y modelos de referencia para el desarrollo de este tipo de sistemas, tales como LTSC del IEEE Learning Technology Standards Committee, el IMS, del Instructional Management Systems del Global Learning Consortium o Adl Scorm, el modelo de referencia del Departamento de la Defensa de los EE. UU, el CETIS *The Centre for Educational Technology Interoperability Standards* entre otros (EML, PALO etc...).

No podemos dejar de mencionar al W3C (*World Wide Web Consortium*), ya que aunque éste desarrolla protocolos de uso común que promocionaran la evolución y aseguran la interoperabilidad de la Web, regirá también el diseño de cualquier aplicación educativa que quiera ejecutarse en la red.

Otras organizaciones que trabajan en el campo de la estandarización de las tecnologías educativas son:

- 1 **AICC** (Aviation Industry CBT Consortium - www.aicc.org),
- 2 **ARIADNE** (Alliance for Remote Instructional and Authoring and Distribution Networks for Europe- www.ariadne-eu.org),
- 3 **CEN/ISSS WS-LT** (CEN European commission for standardization Information Society Standardization System - Learning Technologies Workshop - www.cenorm.be/iss/Workshop/lt),
- 4 **IEEE LTSC** (Learning Technology Standards Committee of the IEEE - <http://ltsc.ieee.org>),
- 5 **IMS** (Instructional Management System -www.ims.org),
- 6 **ISO/IEC JTC1/SC36** (International Standards Organization and International Engineering Consortium Joint Technology Committee - Standards Committee (SC36) on Information Technology for Learning, Education, and Training - <http://jtc1sc36.org>),
- 7 **LML** (Learning Material Markup Language <http://daisy.fmi.uni-passau.de/pakmas/lmml>),
- 8 **LRN**: the Learning Resource iNterchange is a Microsoft initiative similar to SCORM based on the IMS Content Packaging format. www.microsoft.com),

- 9 **SCORM** (US Department of Defence Advanced Distributed Learning Network initiative for a Sharable Courseware Object Reference Model- www.adlnet.org),
- 10 **SIF** (Schools Interoperability Framework -www.sifinfo.org)
- 11 **ULF** (Universal Learning Format -www.saba.com/standards/ulf).

1.3 Software Libre Educativo

Una de las áreas de creciente interés en el ámbito educativo es el desarrollo de software de código abierto y su aplicación en los distintos niveles formativos.

Aunque el informe presentado por la Open Source Applications Foundation sobre los pros y contras de la implantación del sistema operativo Linux como sistema de escritorio en los distintos sectores sociales y económicos, concluye que todavía no es una solución adecuada para cualquier institución educativa, su éxito futuro es indudable. Además, predice un aumento en los próximos años de la implantación de Linux y de los formatos de archivo abiertos en las universidades, donde los sistemas de gestión están ya generalizados.

Varias comunidades españolas, tales como Andalucía o Extremadura entre otras, ya han empezado la migración a sistemas de código abierto y estas iniciativas empiezan a tener su repercusión en todo el país. Por ejemplo, algunas medidas concretas tomadas en Valencia son la adopción de Linux como sistema operativo en los centros docentes, el alquiler de PCs para que los centros públicos tengan siempre equipamiento moderno, el desarrollo de juegos de ordenador en valenciano, la edición de periódicos electrónicos por parte de los alumnos de secundaria, la creación de un museo de páginas Web y la obligatoriedad para los centros públicos de secundaria de ofertar la asignatura optativa Informática.

Para ampliar la información sobre este tema, en Hispalinux podremos encontrar un excelente informe de la situación actual en nuestro país.

(http://www.hispalinux.es/~rsantos/informe_educativo.pdf).

Algunas organizaciones que se dedican a estudiar, promocionar, desarrollar e impulsar estas aplicaciones son:

- 1 **OFSET** (Organization for Free Software in Education and Teaching) <http://www.ofset.org/freeduc/>
- 2 **KDE -EDU** <http://edu.kde.org/stuff/information.php>
- 3 **Free Software in Education:** <http://gnufans.net/cgi-bin/fsedu.pl?FreeSoftwareInEducation>
- 4 **Gleducar** <http://www.gleducar.org.ar/index.php>
- 5 **Software Libre en la Educación (Hispalinux)**
<http://www.hispalinux.es/modules.php?op=modload&name=phpWiki&file=index&pagename=SIEducacion>.
- 6 **Guadalinux:** <http://www.guadalinux.org>
- 7 **IEDUCA.NET:** <http://www.ieduca.net/>
- 8 **Proyecto Metadistro - Pequelin:** <http://www.expartakus.com/metadistro->

pequelin/index.php

9 **KEduca:** <http://keduca.sourceforge.net/index.es.html>

1.4 Base de datos: bibliotecas digitales

Internet es un entorno efectivo para el desarrollo de los sistemas de bibliotecas digitales.

Dado que las bibliotecas digitales operativas hoy en día contienen, sobre todo, materiales textuales, la interfaz de los sistemas de recuperación de la información continúa siendo textual.

Las investigaciones en este sentido van desde permitir en la práctica que videos digitales continuos y audio migren de su uso en la investigación (como en el Proyecto de Biblioteca Digital de la Universidad Carnegie-Mellon) a usos más amplios.

Imágenes, audio y video podrán al menos desde el punto de vista de la distribución, moverse por los canales normalmente ocupados, casi exclusivamente, por materiales textuales.

Esto facilitará también una investigación más extensiva en los difíciles problemas de organización, indexación y acceso inteligente a estas clases de materiales.

2. Inteligencia Artificial en Educación

La aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación, constituye actualmente un campo de creciente interés donde se tratan, fundamentalmente, de aplicar las técnicas de la IA al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por ordenador con el propósito de construir sistemas de enseñanza inteligentes o sistemas tutoriales inteligentes (STI). La inteligencia de estos sistemas fue evolucionando desde la simulación de los procesos de razonamiento mediante métodos generales de resolución de problemas hasta agentes inteligentes capaces de tomar decisiones, competir por recursos y cooperar entre sí para la resolución de un problema.

En España existen varios grupos de investigación dentro de esta línea, tales como el Grupo de Sistemas Inteligentes y Cooperativos de la Universidad de Valladolid, el Grupo (Learning Technologies and Cooperative Systems) de la UNED, el Grupo ISIA de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial de la Universidad Complutense de Madrid, el Grupo GaLan de Tutores Inteligentes de la Universidad del País Vasco, el (IA)² de la Universidad de Málaga, entre otros. Asimismo en la Universidad de La Laguna, se está investigando en esta línea y especialmente en la aplicación de estos sistemas a personas con necesidades educativas especiales.

Dentro de esta línea de investigación encontramos otras ramas que aplican técnicas de IA pero con un enfoque a una problemática en particular. Citaremos a continuación algunas de ellas.

2.1 Meta-Teorías del Conocimiento Experto

Esta investigación básicamente nace de la necesidad de construir una meta-teoría del

conocimiento experto que muestre como el conocimiento declarativo (conocimiento general sobre un tema, su vocabulario, relaciones y métodos), procedural (conocimiento específico de cómo se logra un objetivo aplicando de forma automatizada el conocimiento general) y causal (razonamiento desde los principios base) se relacionan. Partes de esta investigación ha sido conducida por la teoría ACT* y ACT-R (Anderson,1983, 1999), pero se siguen buscando nuevas formas que permitan una sólida representación del conocimiento experto.

2.2 Razonamiento causal y simulación cualitativa

Esta línea de investigación ha tomado relativa importancia hace una década en la literatura de la Inteligencia Artificial y trata de representar el conocimiento experto con técnicas de simulación cualitativa y aplicación cognitiva del razonamiento causal. Uno de los trabajos clásicos en razonamiento causal es SOPHIE III, (Browm, Burton,&deKleer, 1982) para resolución de problemas electrónicos. En simulación cualitativa podemos mencionar a SCHOLAR como uno de los primeros sistemas que modeló el conocimiento procedural en forma de red semántica. Otros ejemplos más actuales de simulación en los sistemas de enseñanza inteligentes pueden ser SimForest o SimCalc.

2.3 Sistemas de Autor para STIs

Uno de los problemas a la hora de diseñar un STI es la reducción del tiempo y costo de desarrollo de los mismos. Por ello, actualmente se esta trabajando en el desarrollo de herramientas de autor que faciliten la tarea de diseño y programación de STIs en distintos dominios de aplicación. Algunos ejemplos de estos sistemas son KERMIT, ANDES1, ANDES2, IRIS-D, Eon, Metalinks:

2.4 Arquitecturas basadas en agentes inteligentes

Una arquitectura provee una vista de alto nivel de los componentes de un sistema, así como las relaciones entre estos. Estas nuevas arquitecturas se basan en el enfoque de la IA distribuida. La IA distribuida estudia los agentes inteligentes situados en un mundo social y desde esta perspectiva se estudian además los mecanismos sociales, los comportamientos inteligentes colectivos, arquitecturas, teorías, lenguajes y tipos de agentes. Esta tecnología, aunque reciente, esta lo suficientemente madura, y tiene numerosas aplicaciones, una de ellas los STIs. Como ejemplos de estas arquitecturas podemos mencionar a los sistemas LAHBYSTOTRAIN, WHITE-RABBIT, ABITS, AMICO, JADE, Inquiry Island, ...

2.5 Modelado del alumno y diagnóstico cognitivo

El objetivo de este campo es potenciar la capacidad de adaptación de los sistemas a las características del alumno. Se intentan crear modelos probabilísticos que representen los estados por los que el alumno va pasando en su aproximación al conocimiento que se desea que obtengan, Estos modelos se basan principalmente en lógica difusa, redes bayesianas o rouge set, con el fin de modelar estados “aproximados” ya que los estados absolutos no sirven para este tipo de modelos. Esto nos permite decir que un alumno ha alcanzado un objetivo de aprendizaje con una determinada probabilidad. Todos los STIs tienen un modelo del alumno, varían en la técnica que utilicen para representar estos estados. Como

ejemplos sobre las últimas aplicaciones y desarrollos de modelos del alumno podemos citar a: ACE system, Clarisse, EDUCE, EPAL Álgebra Tutor, SQL-Tutor,...

2.6 Sistemas Inteligentes de enseñanza distribuidos

Actualmente se diseñan sistemas de enseñanza en servidores de información que pueden ser utilizados por numerosos usuarios, permitiendo una estandarización de herramientas utilizadas por los alumnos (navegador estándar IE6, Netscape) que permite un aprendizaje fuera del aula y centraliza el mantenimiento del sistema de enseñanza. En estos sistemas uno de los factores claves es la adaptación del material didáctico al alumno. Como ejemplos de estos entornos podemos mencionar a los sistemas ELM-ART, PAT, InterBook, VC Prolog Tutor, AST, ADI, ART-Web, ACE, Remedial Multimedia System, PT, AHA, WEST-KBNS, MetaLinks, KBS Hyperbook, CALAT, Medtec, Manic, DCG, SIETTE, ILESA, PAT-Online, PAT-Java, WITS, WITS-II, Belvedere, ADIS, (Yang-Akahori), D3-WWW-Trainer, AlgeBrain, ADELE, TEMAI,...

2.7 Sistemas basados en dialogo y lenguaje natural

Enseñar es el acto de comunicación que permite el traspaso de la cultura de una generación a otra. Para muchos propósitos usamos el lenguaje, pero en la enseñanza el lenguaje es fundamental. Esta línea de investigación estudia "cómo" se usa el lenguaje para enseñar y aprovecha literatura del área de la Educación sobre la interacción en el aula, estrategias, cuestionarios, y métodos de enseñanza. Asimismo, los desarrolladores de STIs necesitan un conocimiento prescriptivo no descriptivo, ya que necesitan poner este conocimiento de forma computacional, o sea, en forma de reglas. Aproximaciones iniciales de este estudio han sido conducidas por Collins y Stevens en SCHOLAR (Collins, 1976) y por Clancey en GUIDON (Clancey & Letsinger, 1981), pero solo son primeros intentos que solo se quedan en la superficie. Otra aplicación notable sobre este campo fue Woolfe's Meno-tutor (Wolf & McDonald, 1985). Actualmente, podemos mencionar a los sistemas ANDES o Why2-Atlas (Kart VanLehn y otros, 2002) como sistemas de tercera generación que aprovechan la tecnología del lenguaje natural en su implementación.

2.8 Agentes Pedagógicos Virtuales Inteligentes

Los Agentes Pedagógicos Virtuales Inteligentes son un campo de reciente interés y numerosas aplicaciones, especialmente relacionadas con la motivación del alumno. Un Agente Inteligente es un sistema natural o computacional que percibe su entorno y realiza acciones inteligentemente según sus objetivos. Un Agente Virtual es un agente "personificado" que "habita" en un entorno "virtual". Un Agente Pedagógico es un agente que toma decisiones acerca de cómo maximizar el aprendizaje de un alumno, y el "entorno" que observa es un estudiante en su proceso de aprendizaje. En los sistemas de última generación es habitual la incorporación de estos agentes, debido a su comprobada eficacia como facilitadores de la comunicación sistema-usuario.

3. Interfaces Humano-Máquina (IHM)

Esta disciplina estudia el intercambio de información entre las personas y los ordenadores. Su objetivo es que este intercambio sea más eficiente: minimizar los errores, incrementar la satisfacción, disminuir la frustración y hacer más productivas las tareas que envuelven a las personas y los ordenadores. En el desarrollo de una Interfaz Humano-Máquina (IHM) se consideran aspectos relativos tanto al software como al hardware.

Dentro del software, si consideramos que el diseño de la interface puede facilitar o imposibilitar el acceso del usuario al sistema, otro aspecto fundamental dentro de esta línea es el diseño de software accesible, o software para todos. Aquí se investiga y desarrollan protocolos de accesibilidad, metodologías y guías de diseño centrados en el usuario, se definen estándares y se produce software accesible. Vamos a incluir también dentro de esta línea a los sistemas de Realidad Virtual, ya que es otra forma de interacción entre la persona-ordenador, aunque no solo se trate de software sino que aquí también se necesitan de dispositivos de entrada-salida, que no abordaremos en esta sección.

Dentro del hardware, vamos a considerar al desarrollo de tecnologías de ayuda (dispositivos especialmente destinados a personas con discapacidad motora, oral, visual o con cualquier otro tipo necesidades especiales) con el objetivo de brindar solución de problemas de comunicación de personas con discapacidad, podríamos ver a esta línea dentro del área de Arquitectura de Ordenadores y la de Ingeniería de Sistemas y Automática. Existen valiosas iniciativas de desarrollo y aplicación en nuestro país donde se combinan la discapacidad (principalmente de de orden físico y/o sensorial), la Tecnología y la Educación. Veremos algunos ejemplos de estas aplicaciones.

Algunas de las ramas más relevantes de esta línea temática se enumeran a continuación.

3.1 IHM-Software

En esta rama podemos incluir a las interfaces centradas en el usuario, por lo que incluiremos a las que se adaptan a sus necesidades, tales como las interfaces adaptativas multimedia, a los criterios y estándares de diseño para todos, en donde dos temas aparecen como relevantes: la accesibilidad y la usabilidad.

3.1.1 Interfaces Multimedia Inteligentes

A la tecnología multimedia, se le añade inteligencia y se construyen interfaces altamente adaptables a las necesidades del usuario. Existen distintas metodologías especialmente diseñadas para el desarrollo de este tipo de interfaces, tal es el caso de la IMMPS. Además lenguajes como el SMIL (Lenguaje de Integración de Multimedia sincronizado) permiten mayor flexibilidad en la creación y adaptación de contenidos, ya que usando SMIL se puede describir el comportamiento temporal de la presentación, describir la distribución de los elementos en la pantalla y crear hiperenlaces con objetos multimedia. Este lenguaje esta basado en XML y permite a los desarrolladores mezclar distintos medios para ser presentados y sincronizados unos con otros Es un área con grandes perspectivas de desarrollo y múltiples aplicaciones.

3.1.2 Accesibilidad

Esta rama investiga como facilitar al usuario la utilización ya sea de una página Web, una

aplicación informática o cualquier otro sistema que interactúe con él.

Muchos usuarios del ordenador y por ende de Internet, no pueden ver los gráficos en la pantalla del ordenador, no pueden oír lo que emiten sus tarjetas de sonido, tienen dificultades accediendo al ratón y/o al teclado debido a sus deficiencias físicas, tienen problemas de comprensión cuando las páginas no están bien estructuradas o su estilo gráfico es confuso, se conectan a Internet a través de canales de baja capacidad (módems o conexiones lentas), utilizan programas navegadores que no reconocen las etiquetas html no estándar., etc..

Por ello, en los últimos años y desde distintas entidades se empieza a reflexionar sobre las condiciones que deben cumplir las páginas Web y los sistemas informáticos en general, para que su contenido sea accesible para el mayor número posible de usuarios.

Por ejemplo el W3C tiene un grupo de trabajo permanente para la accesibilidad, el WAI (*Web Accessibility Initiative*) en coordinación con organizaciones alrededor de todo el mundo, el cual persigue la accesibilidad de la Web a través de cinco áreas de trabajo principales: tecnología, directrices, herramientas, formación y difusión, e investigación y desarrollo. Otra organización que se dedica a la problemática de la accesibilidad en la red es el SID@R (Seminario de Iniciativas sobre Discapacidad y Accesibilidad en la Red <http://www.sidar.org>).

España es el primer país que ha editado unas normas en las que se recogen todos los requisitos que deben cumplir los ordenadores y los programas para que resulten accesibles para las personas con discapacidad. AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación) teniendo en cuenta todos los problemas de acceso a plataformas informáticas que pueden presentar aquellas personas con diferentes discapacidades (visuales, auditivas, físicas o psíquicas) ha elaborado dos normas de accesibilidad: Una norma que afecta al hardware denominada "Informática para la salud. Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad de las plataformas informáticas. Soporte físico". Nº de Norma: 139.801. En ella se contemplan los aspectos de accesibilidad al pc, pantalla, teclado, ratón y periféricos y otra norma que afecta al software denominada "Informática para la salud. Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad de las plataformas informáticas. Soporte lógico". Nº de Norma: 139.802. En ella se describen los problemas de accesibilidad separando los que afectan al sistema operativo, a las aplicaciones y a Internet.

El ámbito de aplicación de estas normas afecta a los desarrolladores de programas informáticos, a los diseñadores de sistemas operativos o de páginas Web y a los fabricantes de cualquier ordenador o periférico. Su cumplimiento exige la utilización de múltiples canales de entrada/salida, configuraciones personalizables, interfaces ergonómicas y requerimientos de compatibilidad.

Para revisar la accesibilidad de cualquier página Web se puede utilizar herramientas herramienta de evaluación automáticas, tales como el Test de Accesibilidad Web (TAW), que permite ver de forma rápida si existen errores muy graves, aunque no todos los errores podrán ser salvados automáticamente. Para una revisión completa existen metodologías de revisión, que incluye el uso de herramientas automáticas como TAW, pero que exige además seguir unos determinados pasos.

3.1.3 Usabilidad

La usabilidad se refiere a la calidad del uso de los productos y a cómo realiza el usuario

eficientemente las tareas dentro de un contexto determinado. Esta definición hace referencia a la *efectividad, eficiencia y satisfacción* la que un producto permite alcanzar los objetivos de los usuarios.. O sea que el sistema tenga facilidad de aprendizaje, baja tasa de errores del sistema, facilidad del sistema para ser recordado, ausencia de incomodidad y actitud positiva en el uso del producto.

La usabilidad debería ser considerada en todo momento, desde el mismo comienzo del proceso de desarrollo hasta las últimas acciones antes de publicar el sistema..

En este tema se debe resaltar la labor de los Ingenieros de Conocimiento, que deben extraer la información del usuario de modo individual y grupal y modelar sus requerimientos, gustos, y necesidades en el contexto de uso.

3.2 *Sistemas de Realidad virtual*

El entorno de un Sistema de Realidad Virtual (SRV) se representa en tres dimensiones, y los participantes se acoplan al sistema de forma que puedan manipular elementos físicos simulados en él, y, de alguna manera, puedan relacionarse con las representaciones de otras personas pasadas, presentes o ficticias, o con criaturas inventadas.

Un SRV se caracteriza por que tiene tres componentes fundamentales: simulación, interacción y percepción. Por simulación entendemos la capacidad de representar un sistema real o modelo del mundo a experimentar, donde regirá una serie de reglas, no todas necesariamente iguales a las de la vida real. Por interacción, entendemos que el usuario tiene el control del sistema creado a través de diversas técnicas e interfaces hombre-máquina, que van desde teclado y mouse hasta guantes o trajes sensoriales, dónde pueda mover objetos (además de a sí mismo) y modificarlos, y que tales acciones produzcan cambios en ese mundo artificial. Por percepción entendemos que al usuario se le estimularán los sentidos (visual, auditivo, táctil) por medio de elementos externos (Casos de Visualización, Guantes de Datos, Cabinas, etc.), el cerebro ó la imaginación, dónde podrá creer que realmente está viviendo situaciones artificiales logrando una sensación de “inmersión” en un ambiente digital.

El usuario interactúa con el sistema a través de dispositivos de entrada y de salida.

Los dispositivos de entrada de realidad virtual se pueden agrupar en rastreadores de posición (sensores ubicados en diferentes partes del cuerpo, que pueden ser magnéticos, ópticos, mecánicos o acústicos), y en elementos de control (Guantes y Trajes de Datos, Joysticks 3D, Mouse 3D o Murciélagos, Esferas de Fuerza, Esferas de Rastreo o Track Balls, Rampas, LifeCycles, etc.).

Los dispositivos salida de realidad virtual se pueden dividir en generadores de imágenes (Casos Visores o HMD, Sistemas Binoculares o BOOMs, Lentes estereoscópicos), de sonido u otras sensaciones (que permiten al usuario incrementar la percepción espacial, especialmente cuando esta ausente el referente visual) y de manipulación táctil (para apreciar superficies y pesos entre otras sensaciones).

Dependiendo del hardware involucrado, se pueden reconocer distintos sistemas de Realidad Virtual:

-*Sistemas de Realidad Virtual de Escritorio*, que engloba todas aquellas instalaciones que muestran imágenes en monitor (por ejemplo los juegos para PC, mundos 3D, etc)

-Realidad Virtual en Segunda Persona o Telepresencia: son aquellos sistemas en los cuales el usuario sabe que está en el mundo virtual porque se ve a sí mismo dentro de la escena proyectada. Los sistemas de Telepresencia utilizan generalmente elementos como cámaras, micrófonos, dispositivos táctiles y de fuerza con elementos de retroalimentación, ligados a elementos de control remoto para permitir al usuario manipular robots u otros dispositivos distantes que se están utilizando en forma virtual.

-Sistemas de Inmersión: son aquellos que literalmente sumergen al usuario en el mundo virtual, mediante la utilización de accesorios visuales del tipo HMD, rastreadores de posición y movimientos, así como procesadores de sonido. Quedando el usuario estrechamente relacionado con el ambiente virtual, y aislado hasta cierto punto del mundo real. Los usuarios ven al mundo virtual como si estuvieran viendo el mundo real.

Las aplicaciones de los SRV son múltiples, empezando por el ocio, medicina, defensa, arquitectura, ingeniería, industrial, arte, comercio y, especialmente, la educación.

Como ejemplos de aplicación de la Realidad Virtual en la enseñanza y en particular a personas con necesidades especiales, podemos citar al Sistema Inmersivo de Realidad Virtual Orientado a la Educación de Personas con Retraso Mental y/o Autismo (INMER) desarrollada con la financiación de la iniciativa PITER por el Instituto de Robótica de la Universitat de Valencia Estudi General (<http://robotica.uv.es>) en colaboración con la Asociación de Autismo de Valladolid. Consiste en una aplicación de realidad virtual controlada por el terapeuta (mediante un equipo autónomo) y ejecutada por el usuario (a través de un casco, guantes y posicionadores de realidad virtual). El objetivo de esta herramienta es maximizar la eficacia de la intervención educativa del profesor o tutor, quien ha de interactuar continuamente mientras el usuario recorre los entornos virtuales realizando diferentes ejercicios y actividades.

3.3 Aplicaciones de IHM- Tecnologías de Ayuda para Necesidades Especiales relevantes en nuestro país

Existen un gran número de experiencias y desarrollos en nuestro país. Aquí presentaremos algunos de ellos a modo de muestrario:

-En la Unidad ACCESO de la Universidad de Valencia (<http://acceso.uv.es/index.html>) numerosos proyectos de investigación y desarrollo en la aplicación psico-educativa de la tecnología de la información y de la comunicación, y su empleo para personas con discapacidades físicas y/o sensoriales.

-En el Laboratorio de Interacción Persona-Computador para Necesidades Especiales (<http://scsx01.sc.ehu.es/acwbbpke>) de la Universidad del País Vasco destaca la investigación en dispositivos de hardware y software de comunicación de apoyo a discapacitados, tales como dispositivos para el control de entorno y movilidad, sillas de ruedas inteligentes, , entre otras aplicaciones.

-En el Instituto de Astrofísica de Canarias con la colaboración con la ONCE y financiado por la iniciativa PITER, se está desarrollando el proyecto de “Espacio Acústico Virtual de aplicación Médica en Personas Ciegas o Deficientes Visuales”. Este proyecto consiste en el desarrollo de un dispositivo capaz de generar señales acústicas que contengan información espacial tridimensional, al objeto de que una persona pueda lograr una percepción del

espacio que le rodea sin apoyarse en la visión. (<http://www.iac.es/project/eavi/>). El sistema construido consta de tres partes básicas. Un sistema de visión artificial, un sistema de generación de sonidos tridimensional, una interfase de control. De esta forma, el sistema a construir se dividirá desde el punto de vista conceptual en el "Subsistema de Captación", el "Subsistema de Generación de Sonidos" y el "Subsistema de Control y Usuario", teniendo el primero la misión de obtener una evaluación cuantitativa del entorno físico del deficiente visual (ó voluntario), el segundo la de producir, combinar y llevar hasta éste los sonidos que correspondan, y el tercero la organización de los dos primeros, orientado todo ello a que dichos sonidos puedan generar una percepción de dicho entorno. En la actualidad se está evaluando el prototipo desarrollado con diferentes usuarios.

-Otra importante iniciativa es el proyecto ALBOR: "Acceso Libre de Barreras al ordenador" (<http://www.ceapat.org/ALBOR/>) financiado por el IMSERSO (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales) y la Iniciativa Comunitaria de Empleo HORIZON II de la Unión Europea. Este proyecto proporciona un método de valoración en el uso del ordenador por personas con discapacidad, ofreciendo un procedimiento de evaluación del usuario para determinar todas las capacidades que le pueden proporcionar el acceso al ordenador y asesorando en las ayudas técnicas o las adaptaciones a utilizar dependiendo de las capacidades evaluadas. En ALBOR se cubre la problemática de las personas con limitaciones en la manipulación, en la visión, en la audición y con dificultades de aprendizaje. El método ALBOR está dirigido fundamentalmente a su uso por los profesionales de la rehabilitación y el personal implicado en la adaptación de puestos de trabajo donde se requiere el uso del ordenador. Este método se asienta sobre un Sistema Inteligente, herramienta informática interactiva para la toma de decisiones.

-El Sistema de Autoayuda Vocacional para Ciegos SAVI-c desarrollado a través de un convenio con la ONCE y la U.I. Acceso de la Universitat de Valencia, se basa en la presentación de la información en texto de forma que una síntesis de voz (interna o externa) pueda leer la información de pantalla y el alumno pueda contestar sobre el teclado. Este sistema funciona tanto en entornos PC como directamente sobre el PC-Hablado del alumno.

- El sistema inteligente para el diagnóstico y tratamiento de la Dislexia en Español "SICOLE" fue financiado con fondos FEDER, y desarrollado por investigadores de las Facultades Informática y Psicología de la Universidad de La Laguna. Este sistema incorpora un instrumento de evaluación asistida a través de ordenador para la exploración de procesos cognitivos en la dislexia utilizando mecanismos de adaptación de la interface multimedia, así como técnicas de análisis del habla.

4. Redes y Telecomunicaciones: Internet y Educación

Con el auge de Internet esta es una de las líneas de investigación más importantes dentro de la Informática en Educación. Incluye investigación y desarrollos relativos al soporte físico de hardware, software y comunicaciones y se estudian y desarrollan metodologías y técnicas de aplicación de herramientas multimedia y telemáticas para la enseñanza remota sincrónica o asincrónica.

Podemos pensar que la enseñanza a través del Internet, incluye tanto la que utiliza como soporte una página web, hasta los campus virtuales.

En una página web con fines educativos se pueden poner múltiples herramientas de comunicación que ayuden a este fin, tales como chats, foros de discusión, agendas "activas" con enlaces a las diferentes etapas del curso, contenidos disponibles, etc. , cuestionarios de evaluación como tests y cuestionarios online, etc.

Pero, el diseño y desarrollo de un página web de apoyo a tareas educativas es radicalmente diferente al desarrollo de un "campus virtual" ya que un campus virtual deberá proporcionar una gestión integral de todos, o la mayoría, de los servicios proporcionados por una universidad / centro de estudios. Estos servicios podrán ser, la gestión de los datos administrativos, la administración de perfiles de acceso a contenidos diferenciados, gestión de contenidos estructurados según niveles y cursos, acceso a vídeos didácticos. , herramientas de envío y almacenamiento de documentación y trabajos por parte de alumnos/as y profesores/as, sistemas de evaluación y seguimiento del progreso del alumno/a: desarrollo y realización de trabajos, realización de exámenes, herramientas de análisis estadístico, gráficas, etc., herramientas de comunicación y colaboración, tanto síncronas como asíncronas: integración de correo electrónico, foros de debate, listas de correo, chats o videoconferencias, tableros de anuncios, etc., herramientas que proporcionen seguridad en el acceso a los datos e identificación de los usuarios/as, herramientas de creación de contenidos y exámenes al servicio del profesor/a, etc...

Desde el punto de vista de la Informática, nos interesa como se elaboran estas herramientas y los sistemas de comunicación soportan al e-learning. Por ello, en esta sección vamos abordaremos estas herramientas.

4.1 Plataformas de Teleformación

Son herramientas integradas que se utilizan para la creación, gestión y distribución de actividades formativas a través de la Web en otras palabras son aplicaciones que facilitan la creación de entornos de enseñanza-aprendizaje, integrando materiales didácticos y herramientas de comunicación, colaboración y gestión educativas.

En el Gabinete de Teleeducación de la Universidad Politécnica de Madrid GATE (http://hermes.gate.upm.es/plataformas/plataformas_vistas/index.htm) se puede encontrar un listado de herramientas de Teleformación, un estudio comparativo de estas así como un sistema de evaluación online.

El Laboratorio de Validación de Sistemas Virtuales de Formación de la Universidad de las Islas Baleares (<http://gte.uib.es/LVSV/>), ofrece también, servicios de evaluación online de este tipo de sistemas.

4.2 Entornos de Comunicación y de Trabajo Colaborativo o Computer Supported Collaborative Learning (CSCL).

Los Entornos de Trabajo Colaborativo son espacios virtuales que permiten la comunicación y el trabajo grupal de una comunidad o grupo de personas.

Aquí se pretende que los estudiantes trabajen en grupo para resolver un problema. Se crean entornos de aprendizaje en los que el alumno puede trabajar con compañeros tanto reales como simulados y de esta manera el alumno puede aprender de los comentarios de los compañeros y puede enseñarles lo que él sabe (*learning by teaching*). Ejemplos de estos entornos son LeCs o COLDEX del grupo COLLIDE (<http://collide.informatik.uni->

duisburg.de/) dirigido por Ulrich Hoppe.

Estas herramientas de comunicación y de trabajo colaborativo facilitan la comunicación tanto síncrona como asíncrona y el trabajo cooperativo (a través de ordenadores) ya sea entre alumnos o profesores, entre alumnos o entre investigadores. Este tipo de herramientas englobaría tanto aquellas que presentan una sólo utilidad (como correo electrónico, chats, ..) como las que integran varias (audioconferencias, videoconferencia, pizarra compartida, aplicaciones compartidas o documentos compartidos). Los Entornos de Trabajo Colaborativo, integran los servicios tradicionales de Internet, como ftp, news, correo electrónico y otros, en un único entorno integrado, accesible con un navegador.

En nuestro país, entre otros grupos de investigación, se está desarrollando en la Universidad de Valladolid el proyecto COSACO configurado interdisciplinariamente entre pedagogos e informáticos para el desarrollo “Componentes software para aprendizaje colaborativo”.

4.3 Sistemas de Comunicación aplicados al E-learning

4.3.1 Aplicaciones y herramientas básicas de comunicación

Las herramientas más básicas, y que siguen siendo, las más útiles y empleadas para facilitar la comunicación entre personas y/o grupos son: el correo electrónico, los foros de discusión y las listas de distribución y el chat.

Por considerar estas aplicaciones ampliamente conocidas, no vamos a ampliar la información sobre ellas.

4.3.2 Retransmisión de Eventos: Streaming

Consiste en la retransmisión en tiempo real o en diferido de archivos de audio, video y datos sin la necesidad de descargarlos en el disco duro del PC. La calidad de dicha transmisión depende del tipo de conexión a Internet del usuario que las recibe.

Existen dos formas de streaming, directo y diferido. El streaming en directo, se codifica en tiempo real, se retransmite instantáneamente hacia Internet y se visualiza en tiempo real por el usuario. El streaming en diferido se codifica y una vez grabado se aloja en un servidor. Posteriormente puede visualizarse bajo demanda por cualquier usuario.

4.3.3 Videoconferencia

La Videoconferencia, es un sistema de comunicación en red en tiempo real que utiliza audio y video. Los sistemas de videoconferencia existentes atendiendo a características técnicas (arquitectura de red) pueden ser sobre IP (H.323), por MBone, por ATM, por VRVS o por Teleinmersión.

La videoconferencia sobre IP (H.323), se basa en el estándar H.323 que proporciona una base para las comunicaciones de audio, video y datos a través de una red IP como Internet. Los productos que cumplen con el estándar H.323 pueden interoperar con los productos de otros, permitiendo de esta manera que los usuarios puedan comunicarse sin preocuparse con problemas de compatibilidad. H.323 forma parte de una gran serie de estándares que permiten la videoconferencia a través de redes. Conocidos como H.32X, esta serie incluye

H.320 y H.324, que permiten las comunicaciones RDSI y RTC respectivamente.

El "Mbone" (Multicast BackBone) es la parte de Internet que tiene implementada una tecnología nueva de red llamada "Multicast". El Multicast es un tipo de transmisión que permite la distribución eficiente del tráfico de la red de forma simultánea a múltiples usuarios/as. La videoconferencia en el modelo multicast tiene muchas más posibilidades de ser una herramienta muy útil para la teleenseñanza al poder interactuar todos los participantes en la misma.

La videoconferencia por ATM es una tecnología de transmisión orientada a la conexión que trabaja con unidades de datos de longitud fija llamadas celdas. Se caracteriza por que el acceso está garantizado mediante un ancho de banda predefinido y dedicado según sea necesario, velocidad, compatibilidad y escalabilidad.

Otro sistema de videoconferencia es el VRVS (*Virtual Rooms Videoconferencing System*) ó "Sistema de Videoconferencias basado en Salas Virtuales". Este sistema es una plataforma de colaboración entre personas situadas en lugares diferentes que funciona a través del sitio web: <http://www.vrvs.org>. Sirve para realizar principalmente multiconferencia (dos o más lugares conectados al mismo tiempo). Este sistema funciona bajo redes IP y soporta la mayoría de los sistemas operativos conocidos. VRVS es propiedad de Caltech (California Institute of Technology) y su uso está orientado únicamente a las comunidades educativas y de investigación en el mundo.

4.3.4 Teleinmersión

En la teleinmersión se combina la tecnología de inmersión, los sistemas avanzados de telecomunicación de alta velocidad y tecnologías que permiten reconocer la presencia y el movimiento de individuos, rastrear esta presencia y sus movimientos, para después permitir su proyección en verdaderos entornos de inmersión múltiples, geográficamente distribuidos, en los cuales estos individuos podrían interactuar con modelos generados por ordenador..

Esta combinación ofrece un nuevo paradigma en la colaboración y comunicación humanas. Por ejemplo, cirujanos del otro lado del mundo podrán estar presentes en una sala de operaciones para ofrecer consejo o podremos asistir a una clase universitaria a distancia exactamente como si estuviéramos presentes en el aula.

Desde un punto de vista técnico, la clave de la impresión realista que ofrece la teleinmersión es un banco de cámaras digitales hemisférico que captura a los participantes en la sesión desde una gran variedad de ángulos. El mismo sistema hace un seguimiento de los movimientos de la cabeza de los usuarios, los cuales emplean un equipo que incluye gafas polarizadas semejantes a las usadas para ver una película en 3D. La llegada de imágenes ligeramente distintas a cada uno de nuestros ojos permite al cerebro reconstruir la telepresencia tridimensional de una persona que en realidad se encuentra en un estudio muy apartado. La principal dificultad actual, la transmisión de la información, esto se está investigando en la llamada "Internet2".

A modo de consideraciones finales

El avance científico del tiempo actual está rompiendo las tradicionales separaciones y barreras entre unas disciplinas y otras, imponiendo la necesidad de plantear proyectos y espacios de actuación integrados, multidisciplinares y organizados en torno a problemas

reales. Hoy hablamos de nuevos espacios del saber (biotecnología, sociolingüística, ingeniería genética, bioquímica, ...) configurados por la fusión de disciplinas clásicas ya que hemos asumido que el conocimiento es poliédrico y ninguna ciencia, por sí sola, es capaz de ofrecer respuestas definitivas sobre la complejidad de la realidad.

De modo similar, está empezando a ocurrir con relación a los problemas que rodean a la enseñanza y aprendizaje con tecnologías. En estos últimos años los psicólogos y los pedagogos empezamos a aplicar estas tecnologías a los procesos educativos, sin preocuparnos por las posibilidades que ofrecen los avances en la ingeniería del software, la arquitectura de los ordenadores, o las redes de telecomunicaciones. De este modo, nuestros trabajos consisten en aplicar a la enseñanza avances tecnológicos que tienen uno o dos lustros de retraso. De forma paralela, desde el ámbito de la informática y de las telecomunicaciones se emprendieron proyectos de aplicación de la tecnología sobre la educación en los que latían concepciones ingenuas y simples sobre la enseñanza y aprendizaje, desconsiderando la complejidad social de las prácticas educativas.

Desde el punto de vista de los autores de esta ponencia, y que representa la idea central de lo aquí escrito, es urgente y necesario comenzar a crear foros de encuentro e intercambio intelectual entre los grupos de investigación procedentes de uno y otro territorio académico. Los pedagogos debemos saber más de tecnologías, y los informáticos más de pedagogía. Es difícil poder elaborar hipótesis de trabajo y planificar proyectos de aplicación de las tecnologías digitales en contextos educativos concretos sin un conocimiento previo de las potencialidades de dichas tecnologías. Y viceversa, es ingenuo desarrollar programas o aplicaciones destinadas al aprendizaje si se desconocen las teorías y prácticas socioculturales de la realidad educativa. Enseñar y aprender con tecnologías representan un laberinto intelectual complejo del que solo saldremos si caminamos juntos.

Sin embargo, también hemos de ser conscientes que no podemos abordar conjuntamente todos los problemas específicos que implican el uso y aplicación de la informática en la educación. Tanto la Pedagogía como la Informática poseen su propia especificidad y campo de actuación y no siempre pueden encontrarse. Por ejemplo, el estudio de los procesos de apropiación y reinterpretación que realizan los agentes educativos (profesores, alumnado, agentes externos) en los procesos de integración escolar de las nuevas tecnologías es un problema educativo con poco interés para los creadores de software. De modo similar el estudio de los protocolos de comunicación entre máquinas o el aumento de la velocidad de procesamiento de un determinado componente informático son cuestiones que no sólo escapan a la comprensión de los educadores, sino que para éstos tienen un interés muy relativo.

El reto, creemos, consiste en encontrar problemas y espacios comunes de trabajo. Y a partir de ahí crear procesos y establecer mecanismos de colaboración. Nuestra experiencia nos dice, que el primer paso a dar consiste en compartir un mismo lenguaje porque cuando conversamos tenemos dificultades en entendernos. Los conceptos de “componentes”, “modelos”, “aplicaciones”, o “diseño” (por citar algunos ejemplos) los interpretamos de modo diferentes los educadores y los informáticos. Debemos en consecuencia dialogar y debatir conjuntamente en distintos foros, seminarios o congresos, y paralelamente también aprender más unos a otros.

En definitiva, creemos imprescindible que planifiquemos iniciativas de trabajo conjunto como son proyectos I+D para la creación de software educativo, para el desarrollo de

proyectos de educación a distancia, para la elaboración de material multimedia educativo, para la implementación de campus virtuales o para la puesta en práctica de planes de formación de postgrado y de doctorado. En pocas palabras, los especialistas en Tecnología Educativa, en Informática y en redes de comunicación debemos intercambiar y compartir nuestro conocimiento si queremos ofrecer alternativas serias y válidas para la mejora e innovación de los procesos de enseñanza y aprendizaje basados en la utilización de las tecnologías digitales.

BIBLIOGRAFÍA

Area, M. (2000): "Bajo el efecto 2000. Líneas de investigación en Tecnología Educativa en España". VIII Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa, Sevilla, 1999. *Revista de Tecnología Educativa*, nº 0. Universidad de Oviedo. Versión electrónica en <http://webpages.ull.es/users/manarea/Documentos/documento1.htm>

Bartolomé, A. y Sancho, J. M^a (1994): "Sobre el estado de la cuestión de la investigación en Tecnología Educativa". I Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa, Sevilla, 1992. En De Pablos (coord.): *La Tecnología Educativa en España*. Sevilla, Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. (Actas de las I Jornadas Universitarias de Tecnología Educativa celebradas en Sevilla, 1993)

Cabero, J (2001): *Tecnología Educativa. Diseño, utilización y evaluación de medios de enseñanza*. Barcelona, Piados.

De Pablos, J. (1995): *Tecnología y Educación*. Barcelona, CEDECS.

Escarpín, E. (2000): "La Realidad Virtual, Una Tecnología Educativa A Nuestro Alcance". *Píxel Bit revista de medios y educación*, 15, junio. <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n15/n15art/art151.htm>

Gallego, M^a J. (1998): "Investigación en el uso de la informática en la enseñanza". *Píxel-Bit, revista de medios y educación*, nº 11. <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n11/n11art/art111.htm>

Marquès, P. (1999): "TIC aplicadas a la educación. Algunas líneas de investigación". *Revista EDUCAR*, 25, pp. 175-202

Martínez, F. (1994): "Investigación y nuevas tecnologías de la comunicación en la enseñanza: el futuro inmediato". *Píxel-Bit, revista de medios y educación*, 2, 3-17 <http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n2/n2art/art21.htm>

Martínez, F. (1998): "Reflexiones iniciales sobre la investigación en Tecnología Educativa en España". VI Jornadas Universitarias de TE. Universidad de La Laguna. Versión electrónica http://www.ull.es/congresos/tecneduc/Paco_Martinez.html

Parra Marquez, J.C; García Alvarado, R.; Santelices Malfanti, I. (2001): *Introducción Práctica a la Realidad Virtual*. Ediciones U. Bío-Bío, Concepción.

Sancho JM^a y otros (1998): "Balances y propuestas sobre líneas de investigación sobre tecnología educativa en España: una agenda provisional". VI Jornadas Universitarias de Tecnologías Educativas. Tenerife. Versión electrónica en <http://www.ull.es/congresos/tecneduc/JuanaSancho.html>

Teleinmersión. <http://www.upenn.edu/pennnews/releases/2000/Q4/tele.html>

Woodson, W. (1981): *Human Factors Design Handbook*. McGraw-Hill.