

***Innovaciones en la Educación Superior en Electrónica a través del  
Desarrollo de un Entorno de Aprendizaje Basado en Simulaciones y  
Conducido por Desarrollo de Proyectos***

*(Innovations in Higher Education in Electronics through Development of a Simulation-  
Based, Project Driven Learning Environment)*

**Elena Shoikova**

**Slavka Tzanova**

Centro de Educación Abierta y a Distancia y Multimedia, Universidad Técnica de Sofía  
(Bulgaria)

**RESUMEN:** Este artículo describe las innovaciones en la educación universitaria búlgara en ingeniería: implantación de métodos de educación a distancia y de tecnologías virtuales y multimedia en la enseñanza de electrónica como resultado de un proyecto internacional de tres años. En conformidad con los objetivos del proyecto fue creada, una nueva unidad – un centro para el desarrollo e implantación de educación a distancia y multimedia - en la Facultad de Electrónica de la Universidad Técnica de Sofía. Fue diseñado un modelo híbrido que combinó la instrucción presencial con los planteamientos de la educación a distancia y las técnicas multimedia para integrar los modernos métodos y tecnologías educativas en la enseñanza tradicional de la universidad.

***Tele-aprendizaje - Simulación - Trabajo en Equipo - Aprendizaje Conducido por Desarrollo de Proyectos***

**ABSTRACT:** This paper describes innovations in Bulgarian higher engineering education - distance learning, virtual technologies and multimedia in electronics as outcomes of a three years international project. In compliance with the project objectives a new unit - an Innovative Center for Open & Distance Learning and Multimedia - was established at the Faculty of Electronics. A hybrid model, which combined face-to-face instruction with the approaches of distance learning and multimedia methods, was designed to integrate modern learning methods and technologies into traditional university teaching

***Tele-learning - Simulation - Group work - Project-Driven Learning***

## 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de recursos humanos es una prioridad de nuevo orden en Bulgaria, debido al mercado de trabajo nacional muy flexible y el nuevo sector privado. Un creciente número de jóvenes y profesionales tienen que enfrentarse a problemas tales como el desempleo, el alto grado de movilidad del mercado de trabajo y los diversos requisitos para las calificaciones. De ahí la necesidad de modelos alternativos de educación y de aplicación de planteamientos flexibles en la educación a distancia.

En la Universidad Técnica de Sofía, como en todas las universidades en la Europa del Este, los estudiantes por correspondencia tienen sesiones presenciales de dos semanas cada semestre. Entre estas sesiones nada se hace para ayudar a su aprendizaje. Como resultado tenemos un alto abandono y muchos graduados no alcanzan el nivel de habilidad adecuado para el grado de Máster. Otro grupo de problemas son los relacionados con dificultades financieras y carencia de tiempo para estudiar de muchos estudiantes presenciales. La Universidad Técnica deseaba crear un modelo alternativo de enseñanza para estos estudiantes y ofrecerles la oportunidad de seguir los cursos en su propio contexto. Se consideró que los métodos de Educación Abierta y a Distancia (EAD) podrían resolver estos problemas si estuvieran integrados con éxito en el entorno educativo de la universidad.

Otra fuente de preocupación fue el hecho de que en la Facultad de Electrónica algunas áreas aparecían como “manchas negras”, generalmente no muy bien comprendidas por los estudiantes, debido al alto nivel de abstracción del contenido y a las deficiencias de los profesores centrados en métodos de instrucción convencionales. Una solución fue la implantación de nuevas tecnologías, en particular los basados en simulaciones, y los proyectos conducidos con métodos de aprendizaje que usan avanzadas herramientas profesionales de diseño asistido por ordenador en electrónica (ECAD). Se estimó que los CD interactivos multimedia y aplicaciones Web contribuirían a la claridad y comprensión del contenido de estas “manchas negras”. También se observó que los graduados en electrónica tienen pobres destrezas comunicativas e interpersonales, así como habilidades insuficientes al usar el software profesional. Lo primero inhibe a los estudiantes de tomar papeles activos en el trabajo en equipo y de presentar los resultados, mientras que lo último limita su capacidad de análisis y de solución de problemas complejos (Kolar y Sabatini, 1996).

Para tratar estos problemas fue diseñado un proyecto internacional, financiado por el programa TEMPUS de la UE. En este proyecto, las buenas prácticas europeas en el campo de la educación a distancia y en las tecnologías virtuales fueron adaptadas y el primer paso hacia la sincronización de estándares educativos dado.

Se recogieron experiencias sobre aprendizaje cooperativo a distancia en varios proyectos del programa DELTA [Co-Learn (Kaye, 1995) y Jitol proyectos (Smith, 1996)]. En MODEM (1996) el trabajo de proyectos fue integrado en un entorno educativo, basado en simulaciones a distancia. Nuestro proyecto enfocó el desarrollo de un entorno de aprendizaje con simulaciones, conducido por un diseño de proyectos en un modelo híbrido de educación a distancia, el más conveniente para la integración acertada en la enseñanza tradicional de la universidad presencial.

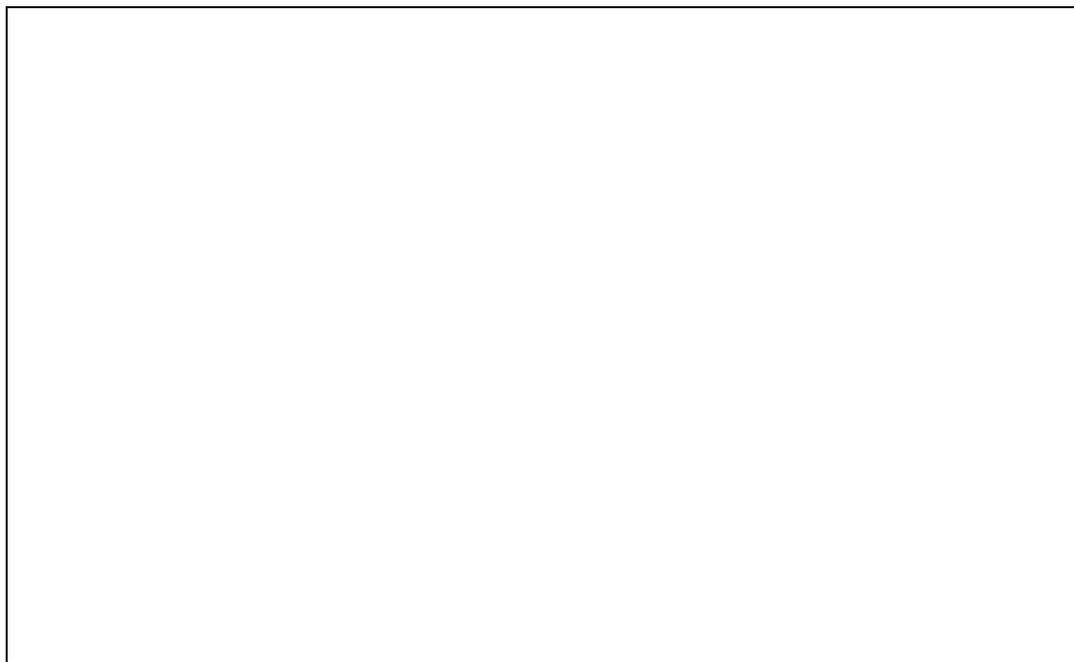
## 2. META Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

La meta del proyecto TEMPUS fue: “Almacenar una nueva infraestructura para la transferencia y disseminación de la tecnología de educación abierta y a distancia” con objetivos:

- ☞ Crear una nueva unidad institucional para EAD,
- ☞ Desarrollar e implementar la metodología de la EAD y tecnologías virtuales como una innovación en la educación de ingeniería,
- ☞ Formar formadores,
- ☞ Desarrollar curricula y materiales para EAD,
- ☞ Proporcionar a los estudiantes un ambiente de aprendizaje con tecnologías avanzadas y posibilidades de telecomunicación,
- ☞ Proveer servicios educativos y formativos a distancia,

- ⌚ Asistir a las iniciativas de EAD en nivel institucional y nacional,
- ⌚ Promover la asociación Europea y adaptar las experiencias internacionales en la gestión y implantación de la EAD.

De conformidad con estos objetivos y en correspondencia con la reestructuración de la educación universitaria en Bulgaria, fue establecida una nueva unidad –el Centro de Educación Abierta y a Distancia y de Multimedia (CEAD)– y la prueba piloto de nuevo curriculum para el aprendizaje basado en simulaciones y diseño de proyectos fue centrado en la Facultad de electrónica.



**Figura 1:** Laboratorio de desarrollo de materiales multimedia

### 3. NUEVA INFRAESTRUCTURA ESTABLECIDA

El Centro fue reconocido como una unidad distinta dentro de la Universidad con la respectiva estructura de organización y gestión. En el Centro trabajan dos tipos de personal:

- ⌚ Permanente: la junta directiva y los empleados académicos y administrativos
- ⌚ Contratado: para el desarrollo de diversos programas educativos y formativos.

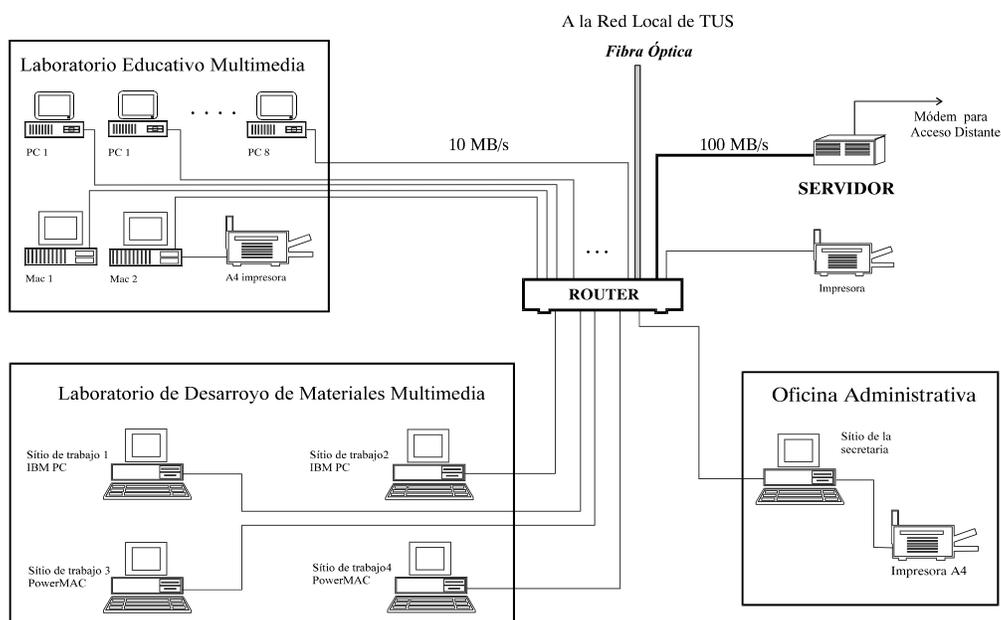
La infraestructura del Centro fue implementada como un entorno esencial de producción y formación para alcanzar los objetivos del proyecto. El Centro se compone de las siguientes partes:

- ⌚ Oficina administrativa,
- ⌚ Sala de tutores para tele-tutorías,
- ⌚ Laboratorio de desarrollo de materiales multimedia,
- ⌚ Laboratorio multimedia educativo.

El laboratorio de desarrollo de materiales multimedia es la unidad principal de la estructura del CEAD. Sus funciones son: diseño y producción de materiales impresos, audio y videocasetes, multimedia interactivos en CD y aplicaciones Web, visuales, diseminación de materiales de EAD.

Este laboratorio se compone de las siguientes unidades de trabajo (Fig. 1): maquetación, escritorio y gráficas, audio procesamiento, desarrollo de multimedia y animación computerizada, vídeo procesamiento digital – Media 100.

La red local cumplía las funciones de: centralizar la gerencia de recursos y periféricos, intercambio de diferentes tipos de información (gráfica, texto, animación, vídeo digital etc.), acceso a los servicios de Internet, compartimento de periféricos (impresoras, escáneres, CD grabadoras etc.) según se muestra en la figura 2.



**Figura 2:** Red Local y Comunicaciones

El laboratorio de producción de materiales multimedia probó ser completamente adecuado a las necesidades de los diseñadores de materiales didácticos. Un total de 21 materiales fue producido allí: libros y guías, vídeo programas, productos multimedia interactivos - CD y aplicaciones Web.

#### 4. FORMACIÓN DE PROFESORES

La EAD es, relativamente, una nueva iniciativa en la educación universitaria búlgara. Para el éxito del desarrollo y la implantación de nuevos cursos, tuvo que emprenderse una formación intensiva de profesores. Con este propósito varias directivas fueron adoptadas del programa de formación de formadores PALIO (1996).

La existencia de un equipo de profesionales (más de 15 personas implicadas) con la motivación necesaria, y convencidos de la necesidad de innovaciones fue una buena base para poner métodos y tecnologías enteramente nuevos en ejecución. La formación de profesores para el centro de EAD fue tratada de cuatro modos definidos:

- ☞ Talleres internacionales para el personal académico búlgaro -23 talleres de entrenamiento conducidos por los socios occidentales-;
- ☞ Especializaciones individuales en las universidades occidentales.
- ☞ Asignaciones “aprender haciendo” en cursos de desarrollo de curricula y materiales didácticos.
- ☞ Máster programa de Diseño de Sistemas Educativos en la Universidad de Twente graduado por dos profesoras de la universidad.

La formación teórica en paralelo con las asignaciones “aprender haciendo” probó ser extremadamente adecuada para la formación de profesores, para una creciente motivación y mejoró la efectividad del diseño de curricula y materiales didácticos.

El equipo de proyecto búlgaro recibió significativa ayuda directiva, metodológica y tecnológica de los socios CAMPO, SCIENTER y UETP-Toscana, Italia, Universidad de Twente, los Países Bajos, Universidad de Lille, Francia, Universidad de Edimburgo, Reino Unido.

## **5. ENTORNO DE APRENDIZAJE**

El diseño de los cursos y de los materiales didácticos para el experimento piloto del curso del título universitario en electrónica fue hecho considerando las soluciones posibles sugeridas en el análisis de necesidades, a saber:

- ☞ Metodología de EAD como alternativa a los estudios por correspondencia en la Universidad Técnica como oportunidad para aumentar la matrícula y reducir el abandono;
- ☞ Aprendizaje conducido por desarrollo de proyectos con simulaciones en un entorno virtual con herramientas profesionales ECAD para llenar ciertas ”brechas” en la instrucción provenientes del alto nivel de abstracción en el contenido en electrónica;
- ☞ Multimedia como la herramienta más apropiada para aumentar la motivación y la efectividad en los estudios de ingeniería.

### **5.1. MODELO HÍBRIDO**

Fue diseñado un modelo híbrido para los nuevos cursos de enseñanza a distancia. Combina los planteamientos de EAD y multimedia con la instrucción presencial y el trabajo práctico en los laboratorios tecnológicos (Fig.3). El modelo híbrido fue establecido por ser el más



☞ escritorio de información, incluyendo recursos de la matrícula de estudiantes, la información sobre el curso, el horario, etc.

La arquitectura cliente/servidor mantiene la organización de matrículas y el sistema de entrega del curso. También permite el intercambio de información y de medios sobre una base de consumidor/proveedor.

La plataforma abierta de Netscape SuiteSpot fue adoptada para asegurar una gerencia de información más eficaz, comunicación, trabajo colaborativo y una efectiva infraestructura de administración y de seguridad. El Enterprise Server (el Web servidor) asegura compartir y manejar la información.

La colaboración y el compartir el conocimiento entre equipos se lleva a cabo mediante el servidor Netscape Collabra (servidor de noticias). Los alumnos pueden participar en las "reuniones virtuales privadas" que eliminan las barreras del tiempo y de la distancia. La comunicación asíncrona provista por el Messenger Server (servidor de e-mail) entrega rápidamente el correo electrónico con el sonido, los gráficos, los ficheros vídeo, las paginas HTML, las aplicaciones Java, y las aplicaciones de escritorio incrustados. La utilidad de conferencia de Netscape y las herramientas de Microsoft NetMeeting fueron elegidas para la colaboración síncrona y intercambio de información.

El sistema total de información basado en Web se construye en los servidores Enterprise, Directory y Calendar. El servidor Directory se utiliza para la administración centralizada y para la organización del curso. El servidor Calendar se utiliza para planificar reuniones y "salas" de conferencias, para organizar los alumnos, los profesores y los tutores.

### **5.3. MÉTODOS DE ENSEÑANZA**

La educación convencional centrada en el profesor fue rediseñada desde una perspectiva centrada en el alumno, que induce un aprendizaje activo, conducido por el desarrollo de proyectos y simulaciones. El procesamiento del conocimiento activo puede ser más efectivo en términos de objetivos educativos que una descripción textual pasiva (Leshin, 1994).

El entorno virtual fue construido a través de tres tipos de objetos didácticos con simulaciones: demo registrada, tareas de resolución de problemas, y exploración libre y guiada. La demo muestra cómo controlar el sistema de simulación y el comportamiento del dominio modelado en el tiempo. En la tarea los alumnos reciben instrucciones de seguir una secuencia de acciones o de solucionar un problema por sí mismos. La tarea de resolver problemas da al alumno más grados de libertad. La utilizamos para ejercitar o para evaluar el conocimiento del alumno. Tiene mayor valor práctico si el alumno está supervisado durante la ejecución de la tarea (por el sistema informático, por el tutor, o por alumnos parejos). Esta observación permite la retroalimentación a tiempo y orientación en problemas o situaciones especiales.

La exploración provee a los alumnos de toda la funcionalidad de un sistema de simulación. Los alumnos tienen control completo sobre el modelo y ganan experiencia con el sistema de simulación por sí mismos. El ciclo científico clásico de exploración, hipótesis, experimentación, predicción y conclusión es apoyado por los subgrupos de exploración libre y guiada. Las exploraciones libres y guiadas son útiles en la observación del dominio simulado y en la generación de ideas, que pueden conducir a una hipótesis y, más adelante, a los experimentos para validar o rechazar la hipótesis. En la exploración guiada la retroalimentación se da en acontecimientos de interés, observando las acciones en la pantalla del alumno y dirigiendo su atención.

### **5.3.1. Simulación**

La razón de usar hipertexto y simulaciones en un contexto educativo es que ayudan al aprendizaje activo y maximizan el control del alumno sobre su proceso de estudio. Los alumnos están más enganchados y tienen una mejor motivación. Las simulaciones permiten el aprender haciendo, así como el conocimiento y las habilidades se adquieren de una manera activa. Los alumnos pueden cometer sus propios errores y aprender de éstos. Pueden explorar el dominio modelado. Pueden hacer algunos experimentos para generar y para evaluar las hipótesis etc. Además, las simulaciones son de gran alcance en situaciones, donde es difícil o imposible observar los procesos estudiados a través de prácticas, como es el caso en electrónica.

El uso de las herramientas profesionales de simulación y modelación es un recurso importante en la educación y formación en el dominio de electrónica. La experiencia práctica con el uso de estas simulaciones gradualmente se convierte en condición “sine qua non” para que un profesional realice su trabajo. En el proyecto MODEM el entorno de simulación estuvo basado en la sistema Wafer Fab®, ejecutado bajo UNIX. En el proyecto TEMPUS seleccionamos MicroSim® DesignLab®, un sistema de simulación eléctrica de circuitos.

### **5.3.2. Aprendizaje conducido por diseño de proyectos en equipo**

El planteamiento adoptado (Khader y Barnes, 1996) intentaba reforzar el papel del aprendizaje conducido por el diseño de proyectos. La innovación aquí fue que, además del trabajo sobre proyecto individual tradicional en la educación en electrónica, se introdujo el aprendizaje colaborativo para que los estudiantes abordasen problemas complejos en grupos más que individualmente. Las experiencias en el área de electrónica muestran que los proyectos en el campo son tan complejos que el trabajo en equipo es esencial.

Tareas de proyectos ampliados para diseño eléctrico y topológico de circuitos fueron dados por los equipos de alumnos. Cada equipo estuvo constituido por tres alumnos como mínimo, dirigido por un “encargado de proyecto”. Esta organización fue apuntada para formar las habilidades de comunicación y las relaciones interpersonales de los estudiantes. Se proporcionó a los equipos materiales didácticos en forma múltiple: 1) tutoriales en Internet, 2) cuadernos de trabajo, 3) conferencias grabadas en vídeo, 4) demos en CD-ROM.

El componente telemático produce un aprendizaje más activo y constructivo (Collis, 1996), con más énfasis en la colaboración interpersonal. La tele-educación puede ser efectiva solamente si la red de ordenadores se combina con una red social. La comunicación utilizada para la realización de la red social fue de dos tipos: síncrona (teleconferencia, compartimento de la pantalla, compartimento de aplicaciones) y asíncrona (correo electrónico, intercambio de ficheros).

El entorno educativo fue extendido por el uso de la telemática para ofrecer oportunidades para:

- ☞ grupos pequeños ejecutando una tarea específica en un taller virtual;
- ☞ discusiones con otros alumnos;

- ☞ la tele-ayuda por el tutor durante la ejecución de tareas para resolver problemas y/o la exploración guiada ;
- ☞ consultas con expertos en el área.

Al final del curso los equipos tuvieron que defender sus proyectos. La nota final se obtuvo del 50% de la prueba individual y del 50% del resultado del proyecto.

## 6. PRUEBA PILOTO

La prueba piloto fue realizada con cincuenta estudiantes presenciales de tercer año y veinte estudiantes por correspondencia del cuarto año de la facultad de electrónica, en 60 horas académicas. La evaluación se enfocó en referencia a la utilidad de los materiales didácticos, en la efectividad educacional y en las actitudes de los alumnos.

El concepto de utilidad<sup>8</sup> es especialmente importante en referencia a materiales multimedia para la educación y el entrenamiento. El “trabajo” de estos sistemas está en el aprendizaje. El aprender requiere un proceso cognoscitivo, y el proceso cognoscitivo que se debe dedicar a aprender o a recordar la interfaz de usuario disminuye la cantidad de proceso cognoscitivo disponible para aprender el conocimiento, las habilidades y las actitudes abarcadas en el producto (Leemkuil y Trayhurn, 1997).

Para la efectividad educacional fueron utilizadas las técnicas recomendadas por Tesmer (1993): revisiones por expertos, pruebas uno-a-uno y pruebas en grupos pequeños. La evaluación de las pruebas de conocimiento y de los proyectos debe ser realizada durante la sesión de exámenes que acaba de comenzar. Las técnicas elegidas para el gravamen de la utilidad fueron: la observación directa y a distancia con la función de compartimento de aplicación de NetMeeting (Tzanova, 1998), entrevistas, cuestionario y ficheros de comunicación textuales. Para el estudio de las actitudes de los alumnos fueron utilizados entrevistas y cuestionarios.

Como la sesión de exámenes acaba de comenzar, sólo los datos preliminares de la prueba piloto están disponibles, éstos se relacionaron con las actitudes de los alumnos y la evaluación de la utilidad. A los estudiantes les gustó la posibilidad de crear su propio camino de aprendizaje. Gozaron de los multimedia usados: los gráficos claros con la animación, los ejercicios interactivos, las simulaciones con el sistema de software profesional. La retroalimentación fue considerada comprensible y útil. En general, los estudiantes valoraron positivamente los métodos educativos utilizados; la mayoría de los estudiantes presenciales (64%) indicaron que prefirieron este modo de aprender a ritmo individual a la educación presencial. Todos los estudiantes por correspondencia se mostraron favorables al modelo híbrido de educación.

---

<sup>8</sup> la medida en cual el entorno educativo puede ser usado por los usuarios determinados para lograr los éxitos definidos con efectividad, eficiencia y satisfacción en el contexto concreto (Guía de evaluación de la utilidad por INUSE, 1996)

Durante las pruebas algunos defectos funcionales fueron identificados y eliminados. En conjunto, los criterios de la utilidad fueron resueltos y en el cuestionario los estudiantes evaluaron la mayoría de los aspectos de la utilidad de los prototipos con el número máximo de puntos. Los problemas principales encontrados fueron relacionados con la confiabilidad de la comunicación Internet para el trabajo en grupo sobre proyectos a distancia. La conclusión extraída fue que la disponibilidad, el coste y la integración de multimedia 'on-line' limita el alcance de las aplicaciones, particularmente aquellas que implican comunicaciones vídeo en vivo y compartimento de aplicaciones.

## **7. CONCLUSIÓN**

La educación a distancia es una nueva iniciativa en Bulgaria y los logros del proyecto contribuyeron completamente a las actuales necesidades de la reforma estructural de la educación universitaria en ingeniería en el país. Introdujo las tecnologías educativas y informáticas más avanzadas y creó nueva infraestructura con funciones, estructura y gerencia relevantes para proveer educación a distancia en ingeniería. La diseminación de resultados del proyecto comenzó a través de una integración horizontal con otras facultades e instituciones externas -los centros regionales de educación a distancia en el marco del centro nacional-. Confiando en la experiencia ya realizada, un nuevo proyecto internacional comenzó en 1998 bajo programa PHARE para el desarrollo de un curso de tele-educación en CAD en electrónica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLLIS, B. (1996). *Tele-learning in a Digital World. The future of Distance learning*. London: International Tomson Computer Press
- KAYE, A. R. (1995). *Final Evaluation Report: Synthesis of CO-LEARN Trials and Experimentations*. Co-Learn Project Deliverable 33
- KHADER, M., BARNES, W. (1996). Laboratory Based Courses in Distance Learning Settings, en *FIE'96 Proceedings*
- KOLAR, R. L. Y SABATINI, D. A. (1996). Coupling Team Learning and Computer Technology in Project-Driven Undergraduate Engineering Education, en *FIE'96 Proceedings*
- LEEMKUIL, H., TRAYHURN D. (1997). Formative Evaluation of Microelectronics Demonstrators, en *Deliverable: http://nmrc.ucc.ie/modem*
- LESHIN, C.B., POLLOCK J., REIGELUTH C.M. (1994). *Instructional Design Strategies and Tactics*. New Jersey: Educational Technology Publications.
- \_\_\_\_ (1996). MODEM User Requirements and Architecture, en *Deliverable-D3: http://nmrc.ucc.ie/modem*
- \_\_\_\_ (1996). PALIO *Learning packages*. EC's COMETT program
- SMITH C.,(1995). *DELTA Conference Proceedings*. Dusseldorf
- TESMER, M. (1993). *Planning and Conducting Formative Evaluations: Improving the Quality of Education and Training*. London: Kogan Page
- TZANOVA, S. (1998). Evaluation of Multimedia Learning Materials in Electronics, en *ISE'98 Proceedings*, Vienna
- UMAR A. (1997). *Object oriented Client/Server Internet environment*. Prentice Hall.

## PERFIL ACADÉMICO-PROFESIONAL DE LOS AUTORES

**Elena Shoikova** es directora del Centro de Educación Abierta y a Distancia y Multimedia de la Universidad Técnica de Sofía. Es doctora y catedrática en Electrónica. Ha sido también directora de la Facultad Abierta de la Universidad Técnica y experta en la Comisión de la Unión Europea DGXIII en la evaluación de proyectos. Es dirigente de numerosos proyectos financiados por la UE, relativos al desarrollo de nuevos ambientes educativos y cursos de educación a distancia. Sus principales áreas de investigación son los sistemas de diseño asistido por ordenador en electrónica y empleo de las nuevas tecnologías en la educación a distancia.

Elena Shoikova  
Universidad Técnica de Sofía, FETT  
Centro de Educación Abierta y a Distancia y Multimedia  
Studentski Grad, blok 1, room 1360  
1797 Sofía (Bulgaria)  
Tfono: +359 2 636 2140  
Fax: +359 2 962 4049  
Correo electrónico: [shoikova@vmei.acad.bg](mailto:shoikova@vmei.acad.bg)

**Slavka Tzanova** es profesora titular en Microelectrónica. Es doctora en Electrónica por la Universidad Técnica de Sofía y máster en Diseño de Sistemas Educativos por la Universidad de Twente, Holanda. Sus principales líneas de investigación son análisis térmico y automatización de la construcción de circuitos integrales, y desarrollo y evaluación de materiales didácticos para tele-educación.

Slavka Tzanova  
Universidad Técnica de Sofía, FETT  
Centro de Educación Abierta y a Distancia y Multimedia  
Studentski Grad, blok 1, room 1361  
1797 Sofía (Bulgaria)  
Tfono: +359 2 636 2072  
Fax: +359 2 962 4049  
Correo electrónico: [slavka@ecad4sun.vmei.acad.bg](mailto:slavka@ecad4sun.vmei.acad.bg)