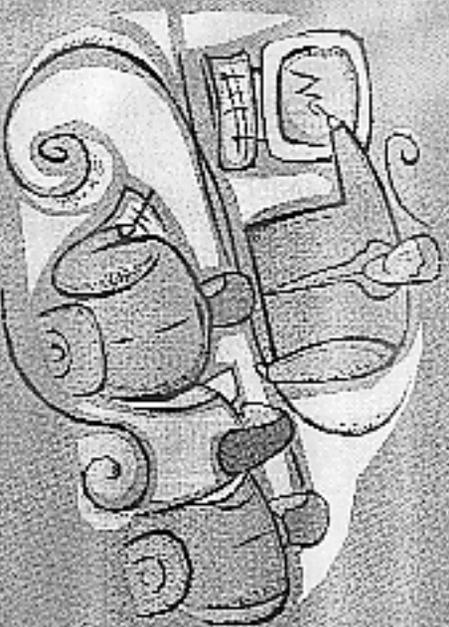


AVANCES EN INFORMÁTICA EDUCATIVA



Juan Mariariel Sánchez Pérez
Juan Antonio Gómez Puñco
Miguel Ángel Vega Rodríguez
Baltasar Fernández Marjalán
José Bernal Rodríguez

Editorial

Título: **AVANCES EN INFORMÁTICA EDUCATIVA**

I.S.B.N.: **84-7723-654-2**

Editores: **Juan Manuel Sánchez Pérez
Juan Antonio Gómez Pulido
Miguel Angel Vega Rodríguez**

*Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones*

Baltasar Fernández Manjón
Universidad Complutense de Madrid

José Bravo Rodríguez
Universidad de Castilla La Mancha

Imprenta y
encuadernación: **A.G. BATANERO**
T. 927 22 52 18. C/ G^a Plata de Osmá, 7. Cáceres.

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de reproducción, sin permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Es una gran satisfacción para los editores poder ofrecer en este libro una selección de los mejores trabajos presentados en el VI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIIE04) que se celebró en Cáceres, del 16 al 18 de noviembre de 2004.

Así, y a lo largo de los distintos capítulos, el lector puede encontrar un amplio abanico de experiencias e investigaciones sobre la aplicación de las Nuevas Tecnologías al campo de la educación, especialmente en el marco Iberoamericano.

Se ha tenido un especial cuidado en plasmar desarrollos multidisciplinarios en los que se tienen en cuenta no sólo los aspectos más tecnológicos, sino también aquellos relacionados con el enfoque educativo, la creación de contenidos innovadores y la aplicación efectiva de estas tecnologías. De esta forma, creemos sinceramente que el contenido de este libro va a ser muy importante y fructífero para el intercambio de ideas y experiencias entre los grupos de investigación, usuarios finales y desarrolladores de software educativo para tratar de resolver una de las cuestiones más importantes que tiene planteada la Sociedad del siglo XXI: la educación de sus ciudadanos.

Finalizamos estas líneas agradeciendo a los autores de estos trabajos la dedicación y el esfuerzo que han realizado para contribuir a impulsar la aplicación de las Nuevas Tecnologías en todos los frentes del ámbito educativo, que es el ámbito clave para esperar un mejor futuro social.

Los Editores

Cáceres, noviembre de 2004

AVANCES EN INFORMÁTICA EDUCATIVA

Artículos seleccionados del VI Simposio Internacional
de Informática Educativa (SIIIE 2004)

*Juan Manuel Sánchez Pérez
Juan Antonio Gómez Pulido
Miguel Ángel Vega Rodríguez
Baltasar Fernández Manjón
José Bravo Rodríguez*

Editores

**Grupo de Arquitectura de Computadores y Diseño Lógico (ARCO)
Escuela Politécnica, Cáceres
Universidad de Extremadura**

AVANCES EN INFORMÁTICA EDUCATIVA

Artículos seleccionados del VI Simposio Internacional
de Informática Educativa (SIIE 2004)

Juan Manuel Sánchez Pérez
Juan Antonio Gómez Pulido
Miguel Ángel Vega Rodríguez
Baltasar Fernández Manjón
José Bravo Rodríguez

Editores

Grupo de Arquitectura de Computadores y Diseño Lógico (ARCO)
Escuela Politécnica, Cáceres
Universidad de Extremadura

Título: **AVANCES EN INFORMÁTICA EDUCATIVA**

I.S.B.N.: **84-7723-654-2**

Editores: **Juan Manuel Sánchez Pérez
Juan Antonio Gómez Pulido
Miguel Angel Vega Rodríguez**

*Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones*

Baltasar Fernández Manjón
Universidad Complutense de Madrid

José Bravo Rodríguez
Universidad de Castilla La Mancha

Imprenta y
encuadernación: **A.G. BATANERO**
T. 927 22 52 18. C/ Gª Plata de Osma, 7. Cáceres.

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de reproducción, sin permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Es una gran satisfacción para los editores poder ofrecer en este libro una selección de los mejores trabajos presentados en el VI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIIE04) que se celebró en Cáceres, del 16 al 18 de noviembre de 2004.

Así, y a lo largo de los distintos capítulos, el lector puede encontrar un amplio abanico de experiencias e investigaciones sobre la aplicación de las Nuevas Tecnologías al campo de la educación, especialmente en el marco Iberoamericano.

Se ha tenido un especial cuidado en plasmar desarrollos multidisciplinarios en los que se tienen en cuenta no sólo los aspectos más tecnológicos, sino también aquellos relacionados con el enfoque educativo, la creación de contenidos innovadores y la aplicación efectiva de estas tecnologías. De esta forma, creemos sinceramente que el contenido de este libro va a ser muy importante y fructífero para el intercambio de ideas y experiencias entre los grupos de investigación, usuarios finales y desarrolladores de software educativo para tratar de resolver una de las cuestiones más importantes que tiene planteada la Sociedad del siglo XXI: la educación de sus ciudadanos.

Finalizamos estas líneas agradeciendo a los autores de estos trabajos la dedicación y el esfuerzo que han realizado para contribuir a impulsar la aplicación de las Nuevas Tecnologías en todos los frentes del ámbito educativo, que es el ámbito clave para esperar un mejor futuro social.

Los Editores

Cáceres, noviembre de 2004

Título: **AVANCES EN INFORMÁTICA EDUCATIVA**

I.S.B.N.: **84-7723-654-2**

Editores: **Juan Manuel Sánchez Pérez**
Juan Antonio Gómez Pulido
Miguel Ángel Vega Rodríguez

Universidad de Extremadura
Servicio de Publicaciones

Baltasar Fernández Manjón
Universidad Complutense de Madrid

José Bravo Rodríguez
Universidad de Castilla La Mancha

Imprenta y
encuadernación: **A.G. BATANERO**
T. 927 22 52 18. C/ Gª Plata de Osma, 7. Cáceres.

Es una gran satisfacción para los editores poder ofrecer en este libro una selección de los mejores trabajos presentados en el VI Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIIE04) que se celebró en Cáceres, del 16 al 18 de noviembre de 2004.

Así, y a lo largo de los distintos capítulos, el lector puede encontrar un amplio abanico de experiencias e investigaciones sobre la aplicación de las Nuevas Tecnologías al campo de la educación, especialmente en el marco Iberoamericano.

Se ha tenido un especial cuidado en plasmar desarrollos multidisciplinarios en los que se tienen en cuenta no sólo los aspectos más tecnológicos, sino también aquellos relacionados con el enfoque educativo, la creación de contenidos innovadores y la aplicación efectiva de estas tecnologías. De esta forma, creemos sinceramente que el contenido de este libro va a ser muy importante y fructífero para el intercambio de ideas y experiencias entre los grupos de investigación, usuarios finales y desarrolladores de software educativo para tratar de resolver una de las cuestiones más importantes que tiene planteada la Sociedad del siglo XXI: la educación de sus ciudadanos.

Finalizamos estas líneas agradeciendo a los autores de estos trabajos la dedicación y el esfuerzo que han realizado para contribuir a impulsar la aplicación de las Nuevas Tecnologías en todos los frentes del ámbito educativo, que es el ámbito clave para esperar un mejor futuro social.

Los Editores

Cáceres, noviembre de 2004

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información o sistema de reproducción, sin permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Índice

Colaboración	11
SACODE: Sistema de Aprendizaje Colaborativo de la Programación	13
Un Entorno Colaborativo para el Aprendizaje Investigando	14
Supporting a Collaborative Task in a Web-Based Learning Environment with Artificial Intelligence and User Modelling Techniques	15
Por uma Didática Facilitadora das Aprendizagens Colaborativas: o Conceito de Didática em Educação a Distância	16
Interação e Interatividade na Elaboração de um Texto Colaborativo a Distância	17
Entornos eLearning: Escritura en la Web	18
Ambientes de Aprendizaje: Soporte integral al aprendizaje Individual y al Aprendizaje Colaborativo	19
Realización de Memorias en Grupo mediante Espacios Compartidos y Discusión Argumentativa	20
Integrando Herramientas Educativas para el Aprendizaje Colaborativo de la Programación	21
DidaktosOnLine: Um Ambiente Colaborativo e Distribuído de Promoção de Flexibilidade Cognitiva	22
Computación Ubicua	23
Aplicabilidad de los Dispositivos Móviles en la Enseñanza a Distancia	25
Servicios por Identificación en el Aula Ubicua	26
Escritura Colaborativa y PDAs: una Propuesta de Aprendizaje Basada en Resolución de Problemas	27
Motivar el Autoaprendizaje Mediante el Desarrollo a Distancia de Servicios Móviles	28
Domosim-Mob: Un Sistema para el Aprendizaje de la Domótica Utilizando Dispositivos PDA	29
E-Learning	31
Diagnosis of Open Writing Essays in Intelligent Learning Environments Supported by NLP Techniques	33
Integración de Ontologías de Dominio en la Anotación de Objetos de Aprendizaje	34
From Contents to Activities: Modelling Units of Learning	35
Acercamiento al Libro-E. Solución con un Desarrollo Real	36
Campus Virtual para la Formación Universitaria: AulaNet	37
LearningOnWeb – a New Proposal for an E-Learning Management System	38

Implementação de uma Plataforma Open Source para E-Learning	39
PAPÁS, Comprehensive Educational Follow-up Services	40
Design by Contract-Based Selection and Composition of Learning Objects	41
Hacia un Sistema de Intermediación Semántico en el Campo del E-learning	42
Plataforma de E-learning para Apoyo a la Docencia	43
Implementación de Sistemas e-Learning Empleando Estándares IMS: Usos del Manifiesto	44
Shaping Knowledge for Diagnosis by means of KADI. A Procedural Example	45
E-Learning: El Sistema Moderno de Aprendizaje	46
Extensión de Estándares Educativos para Personalización Aplicando Tecnologías de la Web Semántica	47
Aportaciones al Uso de Agentes como Tutores de Ambientes de Enseñanza y Aprendizaje a Distancia	48
Entornos Virtuales	49
Projeto e Implementação de um Espaço Virtual para Disciplina da Área da Informática	51
Una Estrategia para Entrenamiento de Equipos Asistida por Entornos Virtuales	52
Uma Aplicação para Terapia de Autistas Utilizando Realidade Virtual e Sistemas Multi-Agentes	53
Visitas de Estudo Virtuais: Efeitos no Processo de Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais	54
Orbitário: Exploração de Orbitais Hidrogenóides com Realidade Aumentada	55
De Chasqui a Chasqui II: Una Evolución en la Conceptualización de los Objetos Virtuales	56
Evaluación	57
Evaluación a la Carta un Sistema de Evaluación Adaptada al Alumno	59
Aula de Videoconferencia y Cuestionarios de Autoevaluación interactivos Aplicados a la Enseñanza Universitaria	60
Proyecto EVALÚA: Un Instrumento para la Evaluación de Recursos Multimedia	61
Experiencias	63
El Portafolio Electrónico como Metodología Innovadora en el Uso de las TIC en el Contexto Educativo	65
EAD para Capacitação de Profissionais de Nivel Superior Ligados à Saúde Pública	66
Un Prototipo de Herramienta Educativa Basada en la Taxonomía de Bloom	67
DeepTest, una Herramienta para el Refuerzo del Aprendizaje Conceptual: Descripción y Experiencias de uso	68
Aprendiendo Multiprocesamiento Simétrico con Minix	69
Experiencia del Portfólio en la Asignatura de Álgebra para Ingenieros	70

Innovación Docente. Aplicación a la Asignatura de Estructura de los Computadores de la Titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Gestión y de Sistemas de la Universidad de Alcalá	71
Métodos Interactivos de Aprendizaje a Distancia Aplicados a los Sistemas Electrónicos	72
Aplicación Real de una Tutoría Electrónica	73
Proyecto WiFiTerX: Terminales WiFi Sin Disco bajo GNU/Linux	74
Cálculo Simbólico mediante AdaGNU	75
Un Modelo Conceptual para Aprender Bases de Datos	76
Aprendizaje de Programación Orientada a Objetos y Gestión Óptima de Memoria con Técnicas de Visión por Computador	77
Desarrollo de Software para la Evaluación de Aspectos de Psicomotricidad Visual en Niños en Edad Preescolar	78
Ambiente de Aprendizagem Adaptado para Algoritmos (A4) Utilizando Módulos Interativos de Auxílio ao Aprendizado	79
Seminarios Virtuales. Docencia de Concurrencia y Sincronización de Procesos con JBaci y Mensajería Instantánea.	80
Micromundo Jardineiros de Mar	81
Ensino de Algoritmos Utilizando a Estratégia Ascendente de Resolucao de Problemas como o Apoio do Ambiente A4	82
Herramienta de Gestión Académica	83
Informática para Mayores. Una Experiencia en la Universidad de Extremadura	84
Uso de los Videojuegos en Jóvenes Universitarios. ¿Favorecen las Actitudes Violentas?	85
La Propuesta de Master en Ingeniería Informática de las Universidades Públicas de la Comunidad de Madrid	86
Aplicación de las NTIC a la Asignatura "Teoría de Circuitos"	87
Experiencia Docente por Internet: Geometría de Ayer y Hoy	88
Aprendizaje en Educación Infantil y Primaria mediante cuentos en plataformas basadas en LinEX	89
Diseño de la práctica de Imagen Médica con ImageJ e ImageAccess para la asignatura de Informática Médica.	90
Roles contruidos desde la tecnología. El ejemplo de los videojuegos	91
Videoconferencias Educativas, Modelos Organizativos	92
Prácticas Transversales: Una propuesta alternativa al desarrollo de prácticas en titulaciones técnicas	93
Curso Interactivo de Matemáticas con Maple	94
Una Experiencia de Grabación y Publicación del Sonido de las Clases de Teoría en Metodología de la Programación	95
Desarrollos y Experiencias Docentes a través de Internet para la Academia de Seguridad Pública de Extremadura	96
Era Una Vez... A Escrita Através do Computador	97

Experiencias con Robots en Aulas de Secundaria	98
Título: Helpdesk - Um Mensageiro Escolar	99
A Educação a Distância e o Uso da Tecnologia de Informação no Ensino Superior no Brasil	100
Depuración Estructural: Acercando la Práctica a la Teoría de la Programación	101
Consideraciones sobre el Uso de los Programas de CAD en la Docencia del Dibujo Técnico	102
Tepadis: Teleeducación de Personas Adultas con Discapacidad en Canarias	103
Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Facultad de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Extremadura: Estudio de Casos	104
Construtor e Interpretador de Fluxogramas – Uma Ferramenta de Ensino	105
TarSus: Una Solución Sencilla y Potente de Gestor de Aprendizaje Basado en SCORM	106
Construção de Robôs para Ensinar os Conceitos de Programação Orientada a Objetos	107
Teoría del Marco Relacional: Una Teoría del Aprendizaje para el Diseño de Software Educativo	108
Cursos en Línea, una Experiencia Didáctica para Administrar los Programas de Estadística en la Maestría en Educación	109
Cuaderno de Bitácora: Un Entorno para el Análisis del Proceso Enseñanza-Aprendizaje mediante Hipermedias Distribuidos en Web	110
Red Inalámbrica de la Escuela Politécnica de Cáceres Usando Tecnología Wi-Fi y un Portal Cautivo	111
Sistema Web de Auto-Evaluación en Patología Infecciosa	112
Blended Learning CNAI	113
“La Pizarra Digital”: La Formación, la Motivación y la Innovación en los Centros Educativos	114
Fundamentos	115
O Computador como Ferramenta de Inserção Social e Profissional	117
O Papel do Docente como Moderador em Salas de Bate-Papo Educacionais	118
Incidencias del Modelo de la Educación Secundaria Española sobre el Desarrollo de la Sociedad de la Información	119
Uma Escola da Era Digital – a Escola Sempre Presente	120
Atividades e Usos Diferenciados das Tecnologias de Informação Realizados por Educadores Inseridos em um Dispositivo de Formação Tutorial	121
Organización del Conocimiento en los Programas Educativos: Una Propuesta	122
Formar Profesionales Informáticos en y para la Sociedad del Conocimiento	123
Estrategias Didácticas para el Diseño de un Software Destinado a la Enseñanza de Trigonometría	124
Software Educativo e a Importância de uma «Métrica»	125
From Conception to Implantation of an Educational Software to an Elementary School	126

Principios Educativos para la Integración de la Informática en el Aula	127
Squeak: Construyendo la Libertad	128
Uma Ferramenta Computacional para Subsidiar o Professor Inserto no Ensino Mediado por Computador	129
Entre Silêncios e Teclas - Lugar Público da Lição e Tecnologias Digitais	130
Lenguajes	131
Un Estudio Empírico sobre los Problemas en el Aprendizaje de la Recursividad y su Implementación en Java	133
Tecnología .NET en Tratamiento Digital de Imágenes: Librería CImagen y Aplicación CImagenMDI	134
OPScript: The Language for the Educational Browser YADBrowser	135
Interface de Comunicación para Alumnos con Discapacidad a través del Lenguaje Gráfico Bliss	136
Generación de Documentos para la Enseñanza en Internet con LaTeX	137
¿Es Posible la Eliminación de los Errores de los Programas?	138
Empleo de Java y C# para Simuladores Educativos: El Caso de Simple-2	139
Aplicación Didáctica para la Gestión de Sistemas Telemáticos mediante XML, PHP y ActionScript	140
Multimedia e Hipermedia	141
Las Tecnologías Multimedia como Facilitadoras de la Formación en Habilidades	143
Aplicação Multimédia em Rede para Suporte à Aprendizagem de Probabilidades no Ensino Superior	144
The Way to United Europe. La Europa Contemporánea en un Material Educativo Multimedia	145
A New Hyperenvironment for a More Effective Language Learning	146
Determinación de Atributos y Métricas en Sistemas Hipermedia Educativos Adaptativos	147
Técnicas de Adaptación de Presentación de Contenidos en Sistemas Hipermedia Adaptativos basados en Estilos de Aprendizaje	148
Aprender Arquitectura de Computadores através de um Hiperdocumento: Reações dos Alunos aos Princípios da Teoria da Flexibilidade Cognitiva	149
Hipermedia, Apreciação Estética e Interactividade Sonora em Educação Superior	150
Simulación	151
Um Modelo para Apoio ao Desenvolvimento de Atividades de Modelação e de Simulação Integradas na Web	153
An Educational Simulator of INTEL 8085 Microprocessor	154
Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs)	155
La Introducción de las TIC en el Aula de Música a Través del Juego Educativo	157

A Abordagem das TIC Nas Novas Propostas Curriculares de Portugal e Brasil: Um estudo Sobre a Aplicação das Tecnologias da Informação e Comunicação no Primeiro Ciclo do Ensino Básico	158
¿ Que preparação dos futuros-professores para o uso educativo das TIC ?	159
Indicadores de la Formación del profesorado de Primaria: Realidad y Perspectivas	160
A Integração das TIC's no Processo Educativo – Projectos	161
Formação de Professores para a Integração das TIC no Ensino de Matemática: Um Estudo na Região Autónoma da Madeira	162
La Utilización de las TIC en el Tratamiento a Plurideficientes con Grave Afectación: Una Herramienta Multimedia para la Estimulación Sensoriomotriz	163
Obstáculos à Integração das TIC no Ensino das Ciências: Percepções de Professores Orientadores de Estágio e Responsáveis pela Gestão das Escolas	164
Web	165
La Administración de Contenidos en la Página Web de un Centro Educativo	167
Aplicaciones Web para Gestión de la Docencia Universitaria: Horarios, Exámenes y Proyectos de Fin de Carrera	168
Ambientes na Web: Uma Experiência para Desenvolver o Aprendizado em Disciplinas Presenciais	169
Comunidades On-Line e Prática Pedagógica dos Educadores de Infância: um Estudo em Torno da Educação Ambiental	170
Caça ao Tesouro: Uma Actividade Orientada para a Pesquisa na WEB	171
Aplicação da Teoria da Flexibilidade Cognitiva ao 1º Ciclo do Ensino Básico: Descrição do Estudo Sobre o Hiperdocumento “Os Defensores do Ambiente”	172
+ Acesso – Ferramenta de Análise da Acessibilidade de Páginas Web	173
El Papel de las WebQuest en la Implantación de los Créditos ECTS en la Asignatura Matemática Discreta	174
Aplicaciones Prácticas de las Herramientas Docentes Basadas en la Mensajería Instantánea	175
Programa Internet@eb1: Relato da Experiência Desenvolvida no Distrito de Aveiro	176
Uma Plataforma de E-mail Geradora de Novos Contextos de Aprendizagem	177
Web Simulator for the Teaching of Instruction Dynamic Scheduling	178
Uma Experiência de Utilização da Plataforma WebCT na Disciplina de Tecnologia Educativa em Línguas	179
Interação e Desenvolvimento de Competências na Formação de Professores em REDE	180
SWAD (Sistema Web de Apoio a la Docencia)	181
PHYSI-EDIT – Um Editor Web de Equações Matemáticas para o Ensino a Distância	182
Índice de autores	183

Colaboração

PHYSI-EDIT – Um Editor Web de Equações Matemáticas para o Ensino a Distância

Alexandre Lopes Machado (1), Felipe Afonso de Almeida (1), José Silvério Edmundo Germano (2)

(1) Divisão de Engenharia Eletrônica e Computação – Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Pq Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA - 12228-900 - São José dos Campos SP - Brazil
alexlm@terra.com.br, felai@ita.iti.br

(2) Divisão de Física – Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Pq Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA - 12228-900 - São José dos Campos SP - Brazil
silverio@fis.ita.br

RESUMEN:

As estratégias de avaliação aplicadas nas Ferramentas Gerenciadoras de Ensino a Distância existentes são do tipo questões fechadas (do tipo teste e afins) e questões discursivas (com correção manual). Na ferramenta de avaliação que esta sendo desenvolvida no departamento de física do ITA, a possibilidade de inclusão de outras formas de avaliações automatizadas para aplicação em exatas esta sendo analisada, não limitando-se somente a questões fechadas. Este artigo apresenta a proposta de um Editor Web de Equações Matemáticas, e que pode ser integrado a uma Ferramenta Gerenciadora de Ensino a Distância, com as seguintes características: questões dissertativas que podem ser resolvidas através de um ambiente que permita a manipulação de símbolos matemáticos.

PALABRAS CLAVE:

Avaliação em Ensino a Distância, Ensino a Distância, MathML, Aplicativos de Matemática, Linguagens de Marcação.

NOTA: La versión íntegra de este artículo puede encontrarse en el LIBRO-CD "Informática Educativa: Nuevos Retos", con el identificador **318.pdf**

Índice de autores

A

A. Aguiar-Maldonado	76
A. Almaro	22, 176
A. Casaravilla	88, 94
A. Conde-Gómez	40
A. Devesa-Botella	70
A. Diaz de Ibarra	33
A. Estévez García	106
A. Fernández-Caballero	134
A. G. Salguero Hidalgo	43
A. Gomes	21
A. Guevara-Plaza	76
A. Heendchen Filho	53
A. I. Molina Diaz	29
A. J. Mendes	21, 38, 144
A. M. Aguado del Pozo	168
A. M. Gómez Garcia	154
A. M. Ordene	71
A. Moreira	22, 176, 179
A. P. Moreira	164
A. Prieto Espinosa	154
A. Prieto-Sáez	70
Adriana Dallacosta	118
Agostinho Botelho	54
Agustín Cernuda del Río	95
Agustín Crespo	26
Alberto Costa	60, 87
Alessandra Cardoso Soares Dias	16
Alexandre Lopes Machado	182
Alfonso Gómez Martínez	92
Alfredo Fernández-Vaimayor Crespo	56
Aline Campos da Rocha Ferreira	16
Ana Amélia Amorim Carvalho	149, 172
Ana Isabel Díez Sánchez	36, 73
Ana Paula Morgado Carneiro	51
Ana Pinheiro	81
Andre Raabe	118, 126
Andre Zanki Cordenonisi	118
Angélica de Antonio Jiménez	52
Antônio Adelino A. Sousa	172
Antonio Cañas	181
Antonio Navarro Martín	56
Antonio Sarasa Cabezuolo	34, 56
Aquiles Manuel Crespo Boiça	99
Arturo Durán-Domínguez	111

B

B. Ferrero	45
Baltasar Fernández-Manjón	44, 47
Bárbara Mourão	161
Begoña del Pino	181
Begoña Gros Salvat	148
Borja Manero	47
Bruno Gomes	161
Bruno Marques	161

C

C. Bravo	21
C. Feo	167
C. Fiolhais	55
C. J. Gomes	180
C. Kimer	55
C. Perea-Marco	70
C. R. Elias	130
C. Rubio Avila	168
C. Vidal	90
C. Villaseñor-Mora	78
Carlos Alberto de Oliveira	129
Carlos Alfredo Lázaro Carrascosa	67
Carlos Arteaga	19
Carlos Castanheiro	161
Carlos Jorge G. Briggs	153
Carlos M. M. Morais	162
Carlos Manuel Folgado Barreira	161
Carlos Vicente	20
Carmen Padrón	34
Carmen Perea	174
Casiano Rodríguez León	137
Célio Gonçalo Cardoso Marques	149
Coromoto León Hernández	137

D

D. H. M. Mesquita	170
D. Laguardia	33
D. Ubieda González	28, 74, 175
Daniel Rodríguez Fernández	138
Daniela Rodrigues Ribas	18
David Fernández Sánchez	75
David Merida	19
David Rodríguez-Lozano	111
Dazzi R. L. S.	105
Diego Gómez Deck	128

E

E. Alves	130
E. Blanco	158
E. J. Díez Gutiérrez	91
E. Martín	14
Eduardo E. Escobar	73
Eduardo Ros	181
Egle Elisabet Haye	124
Elici Alcione Almeida dos Santos	162
Elizabeth do Rego Lins	66
Eloiza da Silva Gomes de Oliveira	16
Enrique Castellano	98
Esperanza Grandia González	37
Esperanza Marcos	86
Eva M. Ortigosa	181
Everton Flávio Rufino Seára	126

F

F. Araque Cuenca 43
 F. Buendía-García 143
 F. Gortázar-Bellas 101
 F. J. Gómez 34
 F. Javier Fernández 181
 F. Miras 122
 F. S. Barbosa 144
 F. Sabido-Martín 160
 F. V. Araújo 82
 Fabiane Barreto Vavassori Benitti 126
 Fabricio Viero de Araújo 79
 Felipe Alfonso de Almeida 182
 Felisa Verdejo 20
 Fernando Albuquerque Costa 159
 Fernando Cunha 177
 Fernando de Souza Meirelles 100
 Fernando Milla Fernández 37
 Filipa Filipe Oliveira 161
 Flávia Beatriz R. Prisco da Cunha 129
 Flora Maria Pérez Aviles 163
 Francisco Alberto García Sánchez 93
 Francisco Fernández de Vega 61
 Francisco Javier Soto Pérez 163
 Francisco José García Pehalvo 147
 Francisco Saiz 68
 Francisco Serradilla 86

G

G. A. M. Falkembach 82
 G. Ors-Carot 90
 G. Rodríguez 167
 Gabriel Fontanet Nadal 48
 Gilliane Bernardi 118
 Gilse A. Morgental Falkembach 79
 Gonzalo Cuevas 86

H

H. F. Migallón Gomis 28
 H. Mesa Manjón 175
 Hector Hernanz Barrero 108
 Helmut Leighton Alvarez 56
 Henrique Teixeira Gil 147
 Henrique Teixeira Gil 125

I

I. Fernández-Castro 33
 I. Mañas Mañas 45
 I. Martínez Ortiz 108
 Inmaculada Zamora 44
 Inocente Sánchez 60
 Inaki Martín 87
 Irene Pérez 26
 Isabel Chagas 60
 Isabel M. Nieto Cordero 89
 Isabel Vidosa 98
 Isidoro Hernán Losada 67
 Iván Fernández 27

J

J. A. Alonso Rodríguez 102
 J. A. Padilla-Medina 78
 J. A. Rico Gallego 69
 J. A. Tarife Delgado 106
 J. C. Chavero Blanco 110
 J. C. Díaz Martín 109
 J. C. Troncoso Saracho 62
 J. Carbonell 160
 J. Carlos Burqueño-Suárez 90
 J. de Vicente Antonio 71
 J. Gómez 122
 J. I. Ruiz Núñez 146
 J. J. Peña Bernal 154
 J. L. Bernier Villamor 110
 J. L. Calvo Aguilar 110
 J. L. Caro-Herrero 76
 J. L. Roda García 106
 J. López Moratilla 44
 J. M. Álvarez Llorente 69
 J. M. García-Gómez 90
 J. M. Gutiérrez Martínez 25
 J. M. Rodríguez García 123
 J. M. Vega Fernández 69
 J. M. Zamaro 110
 J. Macías del Campo 14
 J. Macías del Campo 83
 J. Mena-Raposo 25
 J. Mena-Raposo 123
 J. Mena-Raposo 40
 J. Trindade 55
 J. V. Bemiloch-Dualde 143
 J. V. Manjón 90
 Jacinta Paiva 177
 Javier Mazón 60
 Jesus A. E. 87
 Jesús G. Boticario 105
 João Carlos Paiva 99
 João Carlos Paiva 120
 João Carlos Paiva 162
 João Carlos Paiva 171
 João Carlos Paiva 39
 Jon Ander Elorriaga 135
 José Ángel Velázquez-Iruride 27
 José Antonio Ganeiro Salles 101
 José Antonio Gutiérrez 86
 José Antonio Zarándieta Morán 140
 José Bravo 26
 José Carlos Tavares da Silva 66
 José Demisio S. da Silva 129
 José Dulac Ibergallartu 114
 José García 98
 José Ignacio San Martín 60
 José Javier San Martín 87
 José Luis Poza Luján 60
 José Luis Sierra Rodríguez 59
 José Luis Valiente 56
 José M^o Barriuso 98
 José M^o Barriuso 98
 Jose M^o Granado-Criado 111
 José Manuel Canavarro 177
 José María Arrieta 60
 José María Martínez 86
 José Paulo Machado da Costa 36
 José Rodrigues Fernandes 66
 José Siverio Edmundo Germano 182
 José-Manuel López-Cobos 41
 Juan A. Gómez-Pulido 96
 Juan Carlos Preciado Rodríguez 140

M. T. López 134
 M. Urrevezizcaya 45
 M. Villamahe 146
 M^o A. Castañón 94
 M^o A. Gilsanz 88
 M^o Cristina Iglesias Suárez 13
 M^o João Loureiro 164
 M^o José Haro 179
 M^o José Loureiro 98
 M^o Teresa Gómez del Castillo Segurado 85
 M^o F. Sánchez Hernández 46
 Mancia Anguita 104
 Manuel Gómez Olmedo 181
 Manuel Ortega Cantero 133
 Manuel Pérez Cota 18
 Manuel Pérez Cota 27
 Manuel Pérez Cota 29
 Manuel Rubio del Solar 36
 Manuel Rubio del Solar 73
 Mar Martínez 96
 Marcela Prieto Ferraro 136
 Marcelo Iserhardt Ritzel 72
 Marcos García Viñuela 148
 Marcos Ruberte Prado Gobi 48
 Marcos Ruberte Prado Gobi 37
 María de Lourdes de Quevedo Orozco 117
 María del Puerto Paule Ruiz 150
 María Elna Díaz Lozano 13
 María Fernanda Macías 124
 Maria Helena Menezes 125
 María Jesús Martínez Segura 61
 María José Martínez Segura 163
 Maria José P. Marcelino 153
 Mariano Herreros 98
 Maritza de Caripá 109
 Marta de Campos Maia 100
 Martha K. Borges 17
 Martha Kaschny Borges 121
 Martín González Rodríguez 138
 Martín Llamas Nistal 42
 Mateo Lezcano Brito 135
 Maximiliano Paredes Velasco 27
 Michael Kaufmann 39
 Miguel A. Vega-Rodríguez 96
 Miguel A. Vega-Rodríguez 112
 Miguel A. Vega-Rodríguez 178
 Miguel Macías 93
 Miguel-Angel Sicilia 41
 Mónica Moralo Serrano 128

K

K. B. Fontana 17

L

L. A. V. Carvalho 53
 L. Anido-Rifón 148
 L. Marques 35
 L. Panizo-Alonso 164
 L. Pedro 139
 L. Sánchez-González 22
 Laura Regil Vargas 176
 L. Sánchez-González 139
 Liane Tarouco 150
 Luciane Maria Schindwein 118
 Luis E. Anido Rifón 126
 Luis García Forte 42
 Luis Vilán Crespo 137
 Luiza Alves da Costa 36
 Luiza Alves da Costa 120

M

M. A. F. Gomes 97
 M. A. O' Donovan A. 113
 M. A. Ortega 145
 M. A. Redondo Duque 145
 M. A. Rossell Bueno 21
 M. Agustí-Melchor 110
 M. Agustí-Melchor 143
 M. Andrés 122
 M. Axt 130
 M. B. A. Aguiar 158
 M. C. A. Gomes 170
 M. C. González 145
 M. Caeiro-Rodríguez 35
 M. Calero 43
 M. Camacho-Martín 40
 M. Celdrán 14
 M. de la Iglesia-Vayá 90
 M. Esteves 21
 M. Fernandez Martín 110
 M. Gallego-Carrillo 101
 M. H. Caldeira 180
 M. J. Marcelino 21
 M. L. Durán 77
 M. L. Elola 71
 M. Llamas-Nistal 35
 M. M. Ávila 77
 M. Martín 45
 M. O. Martínez-Rach 80
 M. Prieto 71
 M. R. F. Rodrigues 97
 M. Robles-Viejo 90
 M. Rodríguez-Alvarez 154

O

O. Fontal Merillas 91
 O. López-Granado 80
 Olatz López Fernández 65
 Olga C. Santos 15

N

N. Caminada 53
 N. Campos Plaza 18
 N. F. Henriques 38
 N. F. Pérez 167
 N. Martín-Ciudad 160
 N. Padilla 122
 Nelson Silva 109

P

P. A. Alves	173
P. Campillo-Herrero	70
P. Conde	146
P. Costa	176
P. Díaz	179
P. G. Rodríguez	77
P. Mesas García	154
P. Moreno Ger	44
P. P. Sánchez-Villalón	18
P. Piñol Peral	80
Paloma Díaz	34, 86
Paula I. Corcho Sánchez	84
Paula Pequeto	81
Pedro A. Castillo	181
Pedro A. Corcho Sánchez	84
Pedro Carballo	60, 87
Pedro Navareño Pinadero	127
Pedro Yuste Pérez	59
Pedro-Antonio González	86
Pilar Sancho Thomas	47

R

R. A. Esteves	173
R. A. Fernández-Díaz	139
R. Barchino Plata	83, 123
R. Drummond	53
R. M. Estrীগana	71
R. Pereira	77
R. Pérez Muñoz	110
R. Silva González	108
Ramon Fabregat	19
Ramon Hervás	26
Ramon Román Gálvez	119
Raquel Cristina Pereira Costa	171
Raúl Antonio Aguilar Yora	52
Ricardo López Fernández	147
Ricardo Martín Díaz	103
Rigoberto Pérez Suárez	37
Roberto Moriyón	68
Rocío Chao Fernández	157
Rut Galera Mendoza	119

S

S. Gálvez-Rojas	76
S. Olón Tortosa	25
S. Olón-Tortosa	83
S. Sanz-Lumbier	146
S. Sanz-Santamaria	146
Salvador Bracho	72
Salvador Sánchez-Alonso	41
Santiago R.	105
Sergio Díaz	60, 87
Sofía Alfonso	54
Sueli de Fátima Poppi Borba	117, 169

T

T. Mendes	144
T. Rodrigues	144
Teresa Peña Quintana	103
Teresa Pessoa Mendes	161, 177

V

V. Atienza-Yanaclotig	143
V. Fernández-Rojo	40
V. Galiano Ibarra	28, 74, 175
V. M. Ramón	145
V. Rubio García	110
Vicente Arturo Romero Zaldívar	135
Victor Aperribay	60, 87
Victoria Herranz	174
Virginia González Rosquete	103
Vlasta Hlavickova	43

W

W. F. Rodriguez	145, 167
Werner Haetinger	107

X

Xaro Soler-Escrivá	174
--------------------	-----

Y

Y. Cobos	146
----------	-----

Proyecto WiFiTerX: Terminales WiFi Sin Disco bajo GNU/Linux

Galiano Ibarra V., Migallón Gomis H.F., Úbeda González D.

Dpto. de Física y Arquitectura de Computadores
Escuela Politécnica Superior de Elche
Universidad Miguel Hernández
03202 Elche (Alicante)
e-mail: {vgaliano,hmigallon,ubeda}@umh.es
web: <http://www.umh.es>

Resumen. El avance del hardware y del software de los últimos tiempos ha sido espectacular. El nuevo software docente que se utiliza en nuestros laboratorios obliga a una actualización continua a nivel hardware de los computadores, ya que los sistemas se quedan rápidamente obsoletos, con grandes carencias en las prestaciones. Además, debido al nuevo concepto de universidad que se está implantando, como consecuencia fundamentalmente del convenio de Bolonia [1], la carga docente práctica será más elevada y las necesidades de equipamiento para el trabajo individual del alumno serán bastante mayores. En este proyecto, planteamos una solución para dotar con el máximo de puestos informáticos posibles a un organismo como la universidad. Lógicamente esto debemos conseguirlo con un coste reducido, tanto en costes de adquisición y mantenimiento del hardware y del software, como en costes de mantenimiento de personal técnico. Este sistema proporcionará mejoras en el uso, en la gestión y en la administración de los nuevos laboratorios. La solución propuesta consiste en la reutilización de los ordenadores obsoletos, para su uso como terminales sin disco duro bajo sistema operativo GNU/Linux [2].

1 Introducción

Este proyecto está destinado a proporcionar a las instituciones universitarias la posibilidad de implantar las últimas tecnologías, y poder adaptarnos a su rápido desarrollo actual. Esta posibilidad debe ser realizable dentro de una política de reducción de gasto, presente hoy en día en la mayoría de las universidades españolas. Conseguiremos, por tanto, adaptarnos a los avances en un espacio temporal mucho menor, y transmitirlo al conjunto de la comunidad universitaria, y no reducir la transmisión de las nuevas tecnologías al cuerpo docente e investigador.

Se trata, al mismo tiempo, de un proyecto basado en una nueva visión acerca de la construcción de nuevas infraestructuras educativas al servicio de la comunidad universitaria. Con este proyecto optimizaremos los recursos y la adaptación de éstos al nuevo ritmo tecnológico, pero también servirá para adaptarnos al nuevo ritmo educativo que la Comunidad Europea nos impone como resultado de la convergencia europea.

Este proyecto tendrá dos objetivos fundamentales, sin olvidar que nuestra primera prioridad serán los alumnos. Estos dos objetivos, por orden de prioridad son, en primer

lugar, ampliar el número de puestos informáticos de calidad utilizables por toda la comunidad universitaria y dotar a la universidad de una conectividad mayor entre toda la comunidad, repercutiendo favorablemente y fundamentalmente sobre el alumnado, y en segundo lugar la creación de una infraestructura inalámbrica adaptada a futuras modificaciones, esta posibilidad de adaptación a las futuras modificaciones es la característica que la diferencia de una infraestructura inalámbrica común.

El primer objetivo, directamente relacionado con el alumnado, por sus características propias facilita el trabajo del personal técnico como veremos más adelante. Estamos ante una ampliación en el número de puestos informáticos, que no sólo se lleva a cabo en las aulas de prácticas específicas. Sino que el proyecto también pretende utilizar este aumento de puestos informáticos para ampliar y mejorar la dotación de equipos informáticos en espacios comunes y administrativos de la universidad. Pongamos por ejemplo, la ampliación en bibliotecas, para uso de consulta de préstamos, bibliografía y ebooks, o la ampliación de puntos de información para estudiantes en los pasillos, aulas o clubes sociales, o la ampliación en centros de gestión para consultas de expedientes u otras búsquedas de información administrativa.

En el momento actual de la enseñanza universitaria debemos afrontar diversas situaciones que condicionan la docencia, como se muestra en la World Conference on Higher Education [3], ya que mientras que los alumnos crecen en número, no lo hacen los recursos asignados. Esto nos lleva a modificar necesariamente la metodología de enseñanza, y fomentar el trabajo individual del alumnado, o el trabajo grupal del mismo. Paradójicamente, mientras los recursos económicos decrecen, las necesidades aumentan, ante esta situación debemos actuar pronto y con nuevas ideas que afronten este cambio en la educación superior, sin una pérdida en la calidad de la educación ni una disminución de los recursos materiales. Con el proyecto que presentamos a continuación, pretendemos facilitar el trabajo individual del alumnado, fomentando el concepto de la gestión de prácticas libres e individuales, que es uno de los principales retos a los que deberemos adaptarnos. Para conseguir adaptarnos debemos asegurar el uso de determinada infraestructura a todo el alumnado, de modo que se pueda disponer de unos medios telemáticos en aulas de libre acceso suficientes, que permitan la realización de la carga docente práctica asignada, evitando así, la dependencia de medios particulares para su realización.

Al iniciar este proyecto no podemos dar la espalda al nuevo concepto de redes ya implantado. Debemos aprovechar tanto la alta difusión de las redes inalámbricas, como la actual bajada más que sensible de los precios en los componentes hardware que son necesarios para el uso de esta tecnología. De este modo podremos conseguir una conectividad total de la comunidad universitaria, proporcionando además de acceso a todos los recursos que nuestra universidad ofrece, acceso a una de las principales fuentes de información actuales, es decir, acceso a Internet. Para la consecución de este objetivo, pensamos en la disponibilidad para cualquier tipo de terminal portátil, que debido al decremento de precio que han sufrido últimamente, nuestro alumnado será usuario en un futuro cercano.

Para la implantación de esta fase del proyecto, se han instalado una serie de puntos de acceso inalámbricos (wireless) basados en GNU/Linux, como elementos necesarios de la infraestructura de la red inalámbrica. Se ha optado por usar este tipo de puntos de acceso, con el fin de abaratar costes sin renunciar a un elemento versátil, con el que construir nuestra red a medida. Necesitamos esta versatilidad, para tener la posibilidad de incorporar

nuevas fases a nuestro proyecto, resultando así una de las partes más importantes del futuro del proyecto.

2 Justificación del proyecto

En esta sección detallaremos inicialmente porque este proyecto se decanta por terminales sin disco, y posteriormente porque es necesario trabajar con redes inalámbricas.

2.1 Terminales sin disco bajo GNU/Linux

En primer lugar, entraremos a definir la problemática que surge, normalmente, en la universidad respecto a la dotación de las aulas de informática, y que justificará el uso de terminales sin disco bajo GNU/Linux. Esta problemática se centra en:

a) Equipos obsoletos

Uno de los problemas más comunes en un aula de informática surge cuando necesitamos instalar nuevo software para la realización de prácticas. Este software suele necesitar máquinas muy potentes, ya que se suele emplear o software moderno o versiones muy actuales. Este motivo, generalmente, hace que se plantee un cambio de los equipos existentes por otros más modernos, con componentes más potentes y actuales capaces de soportar los requerimientos del nuevo software.

Es habitual el uso de software docente basado en Microsoft Windows [4]. El uso de software bajo este sistema operativo y no sobre otros, se puede deber a diversas razones entre las que encontramos la comodidad, el conocimiento exhaustivo del software desarrollado bajo este sistema operativo, el desconocimiento de software similar bajo otras plataformas, la no disponibilidad de otros sistemas operativos en las aulas de ordenadores, o el desarrollo de software específico que suele realizarse bajo sistema operativo Microsoft Windows. Aunque esta filosofía esta cambiando, incluso en titulaciones técnicas se sigue utilizando en mayor porcentaje software docente basado en Microsoft Windows. En definitiva, utilizamos software basado en este sistema operativo, que normalmente consume bastantes más recursos de máquina, lo que nos puede llevar a plantear un cambio de la misma. Estos son, por tanto, algunos de los principales motivos por los que creemos que nuestros equipos antiguos se han quedado obsoletos, y ya no cumplen con los requisitos necesarios.

Hoy en día, existen varias soluciones a este problema, entre las que cabe destacar dos, que suelen ser las más usadas por los responsables de aulas de informática de la propia universidad, o por los técnicos de laboratorio:

- La primera de ellas, a priori es la más sencilla, pero también es la más cara, y es comprar equipos nuevos que sustituyan a los antiguos.
- La segunda de ellas es proponer la migración de software a otro sistema operativo que nos plantee más ventajas, incluso sin renovar los equipos. Este sistema operativo podría ser GNU/Linux, que actualmente tiene un crecimiento bastante

importante y que posee ciertas ventajas frente a cualquier otro sistema operativo propietario.

b) Coste elevado de Licencias

Otro de los problemas con el que nos encontramos en un aula, es el elevado coste de las licencias de software docente. Esto es un problema incluso pudiendo recurrir a licencias de tipo campus [5], que nos permiten instalar dicho software en varias aulas de informática.

En GNU/Linux, en cambio, nos encontramos con que la mayor parte del software es libre, y con libre nos estamos refiriendo, como bien dice la comunidad GNU [6] en sus cuatro libertades, a:

- Libertad 0: Ejecutar el programa, con cualquier propósito.
- Libertad 1: Estudiar cómo funciona el programa y adaptarlo a nuevas necesidades, lo cual implica conocer el código fuente.
- Libertad 2: Distribuir copias sin fines lucrativos.
- Libertad 3: Mejorar el programa, y liberar las mejoras al público de tal manera que toda la comunidad se beneficia.

Por otro lado y a grandes rasgos, podríamos definir un terminal sin disco como un conjunto de hardware que carga su sistema operativo por red y trabaja contra un servidor. Hasta este momento hemos hablado de problemas de coste, tanto del software como del hardware, y al definir un terminal sin disco hacemos referencia a un servidor como elemento necesario para su funcionamiento, pero queremos remarcar, que en la actualidad el coste de un servidor no es una cantidad desmesurada y podemos asemejarlo al coste de entre dos y tres equipos de buenas prestaciones. Con un sólo servidor se podría servir a tres o cuatro aulas de informática junto con algún otro servicio, como bibliotecas, por lo que la rentabilidad que obtendríamos en la adquisición de dicho servidor sería elevada.

Sin entrar en aspectos técnicos concretos enumeraremos las ventajas del sistema con terminales sin disco utilizado. Entre estas ventajas están:

- Utilización de software libre.
- Configuración multipuesto.
- Disminución de fallos de los sistemas de almacenamiento masivo.
- Simplificación en la realización de copias de seguridad.
- Terminales fácilmente reemplazables (no han de ser homogéneos).
- Disponibilidad de software de uso común, como herramientas ofimáticas sin coste de licencias
- Los cuellos de botella se ven fácilmente solucionados por las nuevas tecnologías de red, gigabit, ethernet, etc.
- Tiempo de arranque del sistema bajo.
- Facilidad en la gestión, administración y obtención de datos estadísticos del funcionamiento del aula.
- Diseño de aulas flexible.
- Facilidad de mantenimiento
- Gran escalabilidad.

Queremos remarcar un punto importante que se aporta mediante este sistema, y que es la puesta a disposición de todo el software docente para su uso 'in situ' por parte de cualquier miembro de la comunidad.

2.2 ¿Por que una infraestructura inalámbrica?

El principal motivo para usar infraestructuras inalámbricas o wireless, está directamente relacionado con la flexibilidad que este tipo de redes nos aporta en cuanto a diseño de nuevos elementos que, como comentábamos anteriormente, aporten conectividad en cualquier momento y lugar.

Tanto es así, que una de las ampliaciones del sistema es la posibilidad de que nuestros técnicos permanezcan constantemente conectados a sus respectivos correos electrónicos mediante terminales portátiles del tipo PDA, para que, de esta forma, consigan una optimización de su tiempo y se pueda dar un mejor servicio a la docencia práctica en cualquier situación.

3 Aspectos técnicos

En esta sección describiremos qué es un terminal sin disco, además de detallar el hardware y el software necesario para nuestra plataforma, así como la implementación de la red inalámbrica.

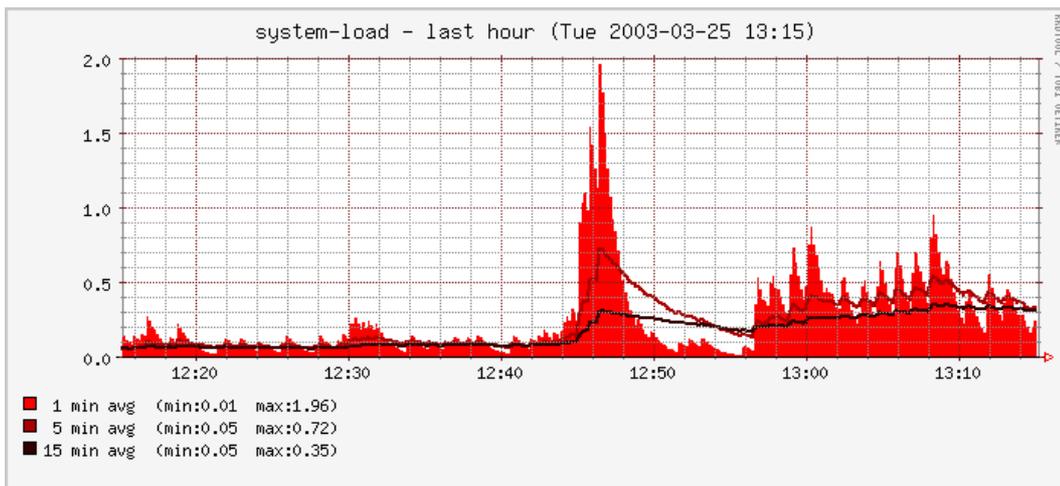


Figura 1. Carga del sistema

3.1 Terminales sin disco bajo GNU/Linux

El sistema se basa en la reutilización de computadores obsoletos, que se retiran con cierta periodicidad de las aulas de informática, como terminales sin disco duro y sin ningún tipo de almacenamiento masivo. Sabemos que la solución es más complicada que con un terminal con medios de almacenamiento internos, pero una vez implantada es más rentable, fiable y libre de deterioros. Por otro lado, si deseamos que los terminales posean disco no altera el núcleo del sistema que planteamos a continuación. Los diferentes componentes del sistema los dividiremos en componentes hardware y en componentes software:

a) Hardware

Como lo importante de este proyecto es el reciclaje de computadoras obsoletas, no necesitaremos un hardware muy potente. El único computador que debe poseer unas cualidades algo elevadas de microprocesador y de memoria RAM, es el servidor a través del cual nuestras estaciones de trabajo correrán. El servidor además, debe estar configurado como punto de acceso, para no aumentar, con ningún componente adicional, la topología de nuestra red, la cual, para permitir una comunicación óptima y segura entre el servidor y las estaciones de trabajo, debe ser una red de área local.

Del lado de los clientes, prácticamente cualquier máquina nos servirá, desde una máquina con procesador i486 de Intel [8] o similar, hasta cualquier computador con el mas avanzado microprocesador. Resulta evidente que cuanto más antiguo sea el microprocesador, más contribuiremos al reciclaje de máquinas.

b) Software y servicios

Este proyecto se basa en una serie de servicios puntuales para su correcto funcionamiento. Se realizan una serie de pasos desde que se pulsa el botón de encendido de un terminal hasta que obtenemos una pantalla para hacer login. En relación a los servicios, cabe destacar que:

- Es necesario hacer una petición DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) [13] o BOOTP (BOOTstrap Protocol) desde un cliente al servidor para obtener una dirección IP a través de la MAC (Medium Acces Control). Esta petición se realizará en "broadcast". Por tanto, un servidor DHCP será necesario desde el lado de nuestro servidor, ya que proporciona a los clientes, además de la IP, la máscara de red local, la ruta o path del kernel o núcleo para bajar, y el path del sistema de archivos a montar.
- Nuestros clientes descargan el kernel [14] del sistema operativo a través de TFTP (Trivial File Transfer Protocol) [15], así que será necesario también, dotar a nuestro servidor con servicios de TFTP.
- Para montar nuestro sistema de archivos en la máquina cliente, será necesario utilizar un servidor NFS (Network File System), por tanto será otro de los servicios a tener en cuenta.
- Si nos vamos a basar en terminales X-Window, también será necesario instalar un servidor de X-Window remotas, a través de conexiones XDMCP (X Display Manager Control Protocol).

3.2 Red Wireless: Puntos de Acceso WiFi bajo Linux

Como comentábamos anteriormente, existe un motivo fundamental que nos llevó a diseñar nuestros propios puntos de acceso inalámbricos, que es la flexibilidad de los mismos que nos proporciona la posibilidad de crear una herramienta totalmente a medida que modificaremos sobre la marcha según nuestras necesidades. De otro modo, sería imposible adaptar nuestra infraestructura, sin tener que realizar grandes inversiones en hardware (routers, firewalls, nuevos puntos de acceso) en caso que deseáramos añadir nuevos servicios.

a) Hardware

Para el diseño de nuestros puntos de acceso inalámbricos, hemos empleado computadoras con procesadores de diferente potencia, que van desde Intel Pentium 90 Mhz hasta Pentium 166Mhz, y que son máquinas de potencia reducida.

Respecto al interfaz inalámbrico, nos decidimos por Lucent [7] Wavelan Orinoco en formato PCMCIA, ya que son las de uso más frecuente y que se pueden encontrar sin problemas aparentes en cualquier distribuidor de informática.

b) Software

El sistema operativo, como dijimos anteriormente, fue Debian GNU/Linux 3.0r1 (Woody). El núcleo de Linux empleado ha sido el "kernel 2.4.23" [9], el cual posee todos los drivers necesarios para configurar el hardware citado anteriormente, además de los módulos criptográficos para el cifrado de la red inalámbrica.

Entre los paquetes de software, los más destacados han sido por un lado, el paquete "zebra 0.92a-5" [10] que se encarga de ruteo BGP, OSPF y RIP, junto con el paquete "HostAP" [11], el cual fue diseñado para la realización de la autenticación para los estándares IEEE 802.11 [12] AP y IEEE 802.1X. Como punto reseñable, citar que la configuración de la tarjeta inalámbrica debe estar en modo "infraestructura".

Reseñar que el sistema operativo fue instalado en una Compact Flash de 64MB, siendo este el único medio de almacenamiento utilizado para el diseño de los puntos de acceso.

3.3 Rendimiento del servidor

Durante nuestra extensa experiencia con terminales sin disco bajo GNU/Linux, hemos procurado siempre ofrecer garantías educativas, pero también hemos apostado por soluciones fiables, robustas y eficientes a nivel de laboratorios.

Prueba de ello, es la figura 1 que adjuntamos en este artículo, en las que reflejamos un estudio del servidor a nivel de carga del sistema. En estas pruebas, concretamente, se ha probado el rendimiento del servidor durante el arranque de 20 terminales sin disco y la consiguiente validación de otros tantos usuarios en cada terminal.

Podemos percatarnos que la carga del sistema, durante el proceso de arranque + validación de usuarios, ha sido muy pequeña, y que los procesos que ha arrancado –

alrededor de 170 procesos con entorno gráfico basado en KDE- apenas tienen peso en nuestro servidor, aun siendo un entorno muy pesado, respecto a otros, en GNU/Linux.

4 Conclusiones

Se pone a disposición de la comunidad universitaria un sistema para ampliar el equipamiento informático con un coste muy reducido, sin admitir como irremediable la pérdida del inmovilizado. Además este sistema no provoca ningún tipo de merma de prestaciones al alumnado, sino al contrario, ya que además de disponer de mejores instalaciones, todo el software utilizado es de libre distribución y por tanto puede acceder al mismo sin coste alguno. También queremos remarcar que estas aulas no están diseñadas para sustituir a las actuales, pero sí pueden complementarse en igualdad de condiciones, por tanto pesamos más en ampliar dotación que en sustituir la actual.

References

1. European space of Higher education: http://condele.usal.es/eees_e.htm
2. GNU/Linux Debian: <http://www.debian.org>
3. World Conference on Higher Education: <http://www.unesco.org/education/educprog/wche/>
4. Microsoft Corporation: <http://www.microsoft.com>
5. Licencias Campus Microsoft: <http://www.microsoft.com/education/?ID=Terms>
6. GNU (GNU is not UNIX) : <http://www.gnu.org>
7. Lucent: <http://www.lucent.com> , <http://www.orinocowireless.com>
8. Intel Corporation: <http://www.intel.com>
9. Kernel GNU/Linux: <http://www.kernel.org>
10. Zebra : <http://www.zebra.org>
11. Host AP: <http://hostap.epitest.fi/>
12. The IEEE 802.11 Handbook: A Designer's Companion:
<http://shop.ieee.org/store/product.asp?prodno=SP1118>
13. DHCP: Ralph Droms, Ph. D. & Ted Lemon: *"The DHCP Handbook"* .Ed. SAMS; 2nd edition (October 28, 2002)
14. Network Linux Kernel: Daniel P. Bovet & Marco Cesati: *"Understanding the Linux Kernel"* Ed. O'Reilly & Associates; 2nd edition (December 2002)
15. TFTP: *"Linux Remote-Boot mini-HOWTO: Configuring Remote-Boot Workstations with Linux, DOS, Windows 95/98 and Windows NT"*: <http://cui.unige.ch/info/pc/remote-boot/howto.html>