

# ***El software libre al servicio de la docencia<sup>1</sup>***

*José Centeno González, Luis López Fernández(\*) y Francisco J. Ballesteros Cámara*

**(\*) Instituto Investigación Tecnológica**  
Universidad Pontificia Comillas  
Santa Cruz de Marcenado, 26, E-28015, Madrid

**Grupo de Sistemas y Comunicaciones**  
Universidad Carlos III de Madrid  
Butarque 15, E-28911 Leganés (Madrid).

{luisl@iit.upco.es}  
{jcenteno|nemo}@gsys.inf.uc3m.es  
Marzo de 1998

## ***El Laboratorio Unix***

El Departamento de Informática de la Universidad Carlos III de Madrid dispone de dos Laboratorios para que los alumnos de la Titulación de Ingeniería Técnica de Informática de Gestión realicen las prácticas de varias de sus asignaturas en un entorno Unix.

En cada laboratorio los alumnos disponen de 20 ordenadores tipo PC, con procesador Pentium Pro a 200 MHz, 64 MB de RAM, 2 GB de disco duro y monitores de 17 pulgadas. Una estación tipo Ultra Sparc-Station 1 con 9 GB de disco duro se utiliza como servidor de ficheros.

En los ordenadores tipo PC empleados por los alumnos tanto el sistema operativo como todo el software necesario para la realización de sus prácticas es libre.

Cada alumno posee una cuenta en el sistema desde la que tiene acceso completo a Internet.

## ***El Sistema Operativo***

Los PC ejecutan actualmente el sistema operativo Debian GNU/Linux, tras varios años de experiencia utilizando NetBSD (La Sparc-Station ejecuta SunOS 4.1.4, aunque está en planes su reemplazamiento por NetBSD o GNU/Linux para arquitectura tipo Sparc. Tanto GNU/Linux como NetBSD son versiones libres de Unix. Como entorno gráfico emplean X Window System en su versión libre para PC denominada XFree86.

La primera vez que los alumnos tienen una asignatura con prácticas en el Laboratorio Unix reciben una breve introducción tanto a Unix como a X Window. Durante 2--3 sesiones de prácticas (de 2 horas cada una) se familiarizan con:

- los comandos básicos de un sistema operativo tipo Unix
- fundamentos del sistema de ventanas X
- cómo entrar y salir de su cuenta

Se les explica también que ninguno de los programas que van a utilizar es software comercial y que pueden instalarse todo lo que van utilizar durante las prácticas en los ordenadores de sus casas.

---

<sup>1</sup> Publicado en la revista NOVÁTICA, número 131, página 57 (Sección Técnica), con el título "El sistema operativo Unix y el SW libre".

## ***El software para las asignaturas***

El Laboratorio Unix se utiliza para la realización de las prácticas de varias asignaturas de la titulación de Ingeniería Técnica de Informática de Gestión: Sistemas Operativos, Transmisión de Datos, Sistemas Distribuidos, Sistemas Tolerantes a Fallos, Redes de Ordenadores, Bases de Datos Avanzadas e Inteligencia Artificial.

El contenido de las prácticas de cada asignatura es muy diverso y por ello también lo son las herramientas y programas que en ellas se utilizan.

### **Editor**

El editor que se utiliza como base en cualquier asignatura es XEmacs, una variante del popular GNU Emacs de Richard M. Stallman, realizada especialmente para X Window. Esta herramienta les ofrece un entorno de trabajo en el que pueden editar, compilar y depurar programas escritos en el lenguaje de programación correspondiente a la asignatura en que se encuentren.

Los ``modos" de XEmacs les permiten tener automáticamente para cada lenguaje un editor con resalte de sintaxis por colores, con los menús apropiados para compilar, ejecutar...

La posibilidad de contar con un entorno común de desarrollo de programas les facilita la transición entre los distintos lenguajes de programación empleados en las prácticas de las distintas asignaturas. No es necesario aprender entornos diferentes asociados a cada compilador de cada lenguaje que empleen, lo que optimiza su empleo.

#### **Compiladores**

En Transmisión de Datos los alumnos realizan prácticas de comunicaciones con sockets en lenguaje C. Utilizan el compilador de GNU GCC. Desde XEmacs los alumnos pueden invocar la compilación con opciones de menú, y los errores que en ella se producen llevan directamente a la parte del código fuente en que se producen. También se utiliza el lenguaje C para parte de las prácticas de Redes de Ordenadores.

En Sistemas Operativos y Sistemas Tolerantes a Fallos se hacen prácticas de concurrencia con el lenguaje SR. Un traductor pasa el código de ficheros fuente en SR a código C para GCC. Por ello puede de nuevo aprovecharse el entorno de desarrollo de XEmacs para desde él realizar todo el proceso de compilación.

En Sistemas Distribuidos las prácticas son de desarrollo de aplicaciones distribuidas en Ada 95. Como compilador se utiliza GNAT, desarrollado como software libre en la Universidad de Nueva York. El modo ada de XEmacs permite a los alumnos una escritura asistida de código fuente, así como las tareas de compilación y seguimiento de errores desde el propio código fuente.

En Bases de Datos Avanzadas los alumnos programan en C++, compilando de nuevo con GCC, ahora con su frontal para este lenguaje.

En Inteligencia Artificial se programa en LISP, utilizándose como compilador el de libre distribución conocido como CLISP. Igualmente se emplea como entorno de desarrollo XEmacs.  
Depurador

Para las prácticas en lenguaje C, C++ o Ada 95, los alumnos utilizan DDD. Dicha aplicación es una interfaz gráfica construida para trabajar sobre el clásico depurador de GNU GDB.

Es posible realizar una depuración paso a paso y un análisis del estado de las variables del programa con un interfaz de usuario integrado en el entorno X Window. Esto les permite a los alumnos utilizar toda la potencia del depurador GDB, sin tener que ``luchar" con su sofisticado lenguaje de comandos.

## Herramientas de apoyo a la realización de las prácticas

Alrededor del entorno básico de trabajo descrito, el alumno dispone de un conjunto de herramientas que le ofrecen servicios de apoyo a todo lo que supone la utilización del Laboratorio Unix y la realización de las prácticas de las asignaturas en que estén matriculados.

### WWW

En cada ordenador el alumno dispone del conocido cliente de WWW Netscape (En este caso, no podemos hablar aún de software libre, aunque las últimas tendencias de la empresa apuntan a un acercamiento (si no un completa adopción) de ese modelo de software.

La documentación que se entrega a los alumnos para la realización de las prácticas (normas, enunciados, plazos de entrega) se encuentra disponible en el Servidor de WWW del Laboratorio. Tiene un formato visualmente idéntico al que reciben en papel a través del Servicio de Reprografía, gracias a que se escribe la documentación en LaTeX y se utiliza la herramienta LaTeX2HTML, para su conversión a páginas WWW. La disponibilidad de documentación en el servidor WWW presenta innegables ventajas:

- Disponibilidad inmediata: Nada más estar confeccionada la información, ésta queda disponible para el alumno en el servidor; mientras que los plazos para obtener la versión en papel a través del Servicio de Reprografía siempre se dilatan uno o dos días.
- Coste nulo: Las fotocopias tienen un precio que en este caso los alumnos pueden ahorrarse.
- Información actualizada al instante: Cualquier modificación o corrección de erratas tiene efecto inmediato en el servidor.
- Acceso automático al código que se suministra. Si en el enunciado de la práctica hay fragmentos de código que los alumnos deben incorporar a sus programas, éste puede ser cortado de la ventana del servidor de WWW y pegado a la ventana de su editor, en menos de un segundo y sin teclear ni un carácter.

Además, en el servidor del Laboratorio se incluye documentación de apoyo a las prácticas: Guías de auto-aprendizaje del entorno de trabajo y de los lenguajes de programación, bibliografía complementaria... Parte de esa información es local, y está realizada por los profesores o por los propios alumnos de años anteriores. También se incluyen referencias hipertextuales a otros servidores de información en Internet, ubicados en cualquier punto del globo, que pueden ser de interés para el alumno.

### Correo electrónico

Los alumnos disponen de correo electrónico. Les permite comunicarse tanto con otros compañeros con los que les es difícil coincidir, como con los profesores de las asignaturas sin necesidad de pasarse por su despacho (tal vez en otro edificio).

Por supuesto, también pueden intercambiar correo electrónico con cualquier otro usuario de Internet en el mundo.

## Tablones de noticias

En el servicio de news o de tablones de noticias del Laboratorio se han dispuesto grupos de noticias para cada una de las asignaturas de prácticas, así como grupos genéricos del Laboratorio. Esto permite a los alumnos realizar preguntas sobre las prácticas o sobre el Laboratorio en general, e incluso sobre la parte teórica de las asignaturas.

La ventaja de los grupos de noticias es doble: por un lado los propios alumnos pueden contestar a preguntas formuladas por sus compañeros, y por otro las respuestas de los profesores las ven todos los alumnos y no sólo aquellos que hacen las preguntas.

Gracias a estos grupos de noticias se acortan notablemente muchos plazos de tiempo como el necesario para acostumbrarse al entorno del Laboratorio (completamente nuevo para los alumnos). Y se resuelven con celeridad los errores y problemas típicos en la realización de las prácticas que en otros casos hay que ir explicando alumno por alumno.

Por otro lado, los alumnos pueden también acceder a los grupos de noticias de ámbito mundial relacionados con los ordenadores y las materias que estudian en sus asignaturas.

## El balance de cuentas

El coste del hardware del laboratorio es como el de cualquier otro montado a base de ordenadores tipo PC: se trata de PCs convencionales con el soporte de una estación de trabajo tipo Ultra Sparc-Station 1, que podría ser sustituida con decencia por un par de Pentium II, cuyo coste económico es inferior.

¿Y el software? La Universidad Carlos III no ha pagado ni una sola peseta por el software con el que se hacen las prácticas de tantas asignaturas. Montar un laboratorio de estas características mediante software comercial tendría un enorme coste. Y no sólo económico, pues el empleo de software libre permite, por ejemplo, tener las versiones más actualizadas del sistema operativo y las aplicaciones al día siguiente de su aparición, consiguiéndose así una renovación continuada inviable económicamente mediante software comercial.

## Conclusiones de la experiencia

El Laboratorio Unix lleva funcionando con esta configuración desde Septiembre de 1994.

Por cada asignatura que termina los alumnos rellenan una encuesta con cuestiones genéricas relativas al Laboratorio y preguntas concretas sobre las herramientas que han utilizado en sus prácticas. De sus respuestas se deduce que para ellos el entorno del Laboratorio ha sido muy adecuado para la realización de las prácticas, destacando especialmente la utilización de esas herramientas de apoyo como documentación en WWW o los tablones de noticias.

Los profesores, por su parte, entienden que los objetivos docentes que se alcanzan de esta forma son mucho mayores en número y profundidad que los que habitualmente pueden esperarse de una configuración más "tradicional".

Sin olvidar el interesante efecto de retroalimentación que se produce: Al disponer de los fuentes del código empleado, los alumnos pueden ver las "tripas" de determinados programas, pudiendo colaborar en modificaciones y mejoras de los mismos que aumenten su funcionalidad o eliminen alguna de sus carencias.

Más información

Si quieres ver el tipo de cosas que se hacen en el Laboratorio Unix, prueba la URL <http://a01-unix.gsync.inf.uc3m.es>

Si quieres saber más del Grupo de Sistemas y Comunicaciones, mira en <http://www.gsync.inf.uc3m.es>

Si te interesa la experiencia docente, no dudes en enviar un mensaje de correo electrónico a "gsync-profes@gsync.inf.uc3m.es" llamar al teléfono 624-94-58.

## **Apéndice: Acerca del software citado**

### Debian GNU/Linux

Debian GNU/Linux es un sistema operativo libre tipo UNIX. Debian usa como núcleo Linux, también software libre desarrollado inicialmente por Linus Torvalds y soportado hoy en día por más de 1000 programadores del mundo entero. La gran mayoría de utilidades y herramientas que acompañan al núcleo del sistema operativo vienen de GNU, por lo que son también libres. Debian incluye más de 1000 paquetes de software disponibles tanto en versión precompilada y lista para instalar como en código fuente.

Debra y Ian Murdock fueron los fundadores del proyecto Debian, y a ellos se debe su nombre. Actualmente alrededor de 200 desarrolladores se encargan de distintas partes del proyecto.

Puede consultarse <http://www.debian.org> para obtener información sobre esta distribución, así como para obtener sus fuentes y/o binarios. En <http://www.linux.org> hay información sobre el núcleo del sistema, y en <http://www.gnu.org> información sobre el proyecto GNU.

### NetBSD

NetBSD es un sistema operativo libre tipo UNIX. Está basado en una amplia variedad de software libre, incluyendo a 4.4BSD Lite de la Universidad de California, Berkeley. Puede ejecutarse sobre un amplio número de plataformas hardware y es muy transportable a otras nuevas.

El grupo de personas que coordina el proyecto NetBSD está formado por J.T. Conklin, Charles Hannum, Paul Kranenburg, Jason Thorpe, y Christos Zoulas.

Puede consultarse <http://www.netbsd.org> para obtener información sobre el sistema, así como para obtener sus fuentes y/o binarios.

### XFree86

XFree86 es una marca registrada de The XFree86 Project, Inc., organización sin ánimo de lucro que proporciona servidores de X Window System (y otras herramientas de apoyo) para diversos sistemas operativos sobre ordenadores tipo PC. El conjunto de servidores X, programas clientes, documentación, etc. suministrados por The XFree86 Project, Inc. recibe el nombre de XFree86. The XFree86 Project, Inc. se financia por completo a través de donaciones.

Todos los programas se suministran con código fuente y sin cargo alguno. La licencia que se otorga con ellos permite cualquier tipo de modificación y/o redistribución.

Puede consultarse <http://www.XFree86.org> para obtener información sobre XFree86, así como para obtener sus fuentes y/o binarios.

## XEmacs

XEmacs es un editor de textos extensible con soporte completo de su interfaz gráfica de usuario. Está basado en GNU Emacs, de la Free Software Foundation. XEmacs surgió de la colaboración de Lucid, Inc., Sun Microsystems, Inc. y la Universidad de Illinois, con apoyo adicional de Amdahl Corporation.

Emacs fue escrito originalmente por Richard M. Stallman, de la Free Software Foundation.

Como principales autores de las extensiones de XEmacs a Emacs puede citarse a Chuck Thompson, Ben Wing, Jamie Zawinski y Richard Mlynarik. XEmacs es software libre que se distribuye con la GPL de GNU.

Puede consultarse <http://xemacs.cs.uiuc.edu> para obtener información sobre XEmacs, así como para obtener sus fuentes y/o binarios.

## GCC

GCC (GNU C Compiler) es el compilador de C y C++ de GNU, desarrollado por la Free Software Foundation. Puede ejecutarse y/o generar código en/para múltiples arquitecturas y sistemas operativos. Su diseño modular permite extender GCC para compilar otros lenguajes de programación.

Escrito originalmente por Richard M. Stallman, ha sido extendido y mejorado por un buen número de programadores.

GCC es software libre que se distribuye con la GPL de GNU.

Puede consultarse <http://www.gnu.org> para obtener información sobre GNU y la Free Software Foundation en general y sobre GCC en particular, así como información sobre como obtener sus fuentes y/o binarios.

## GNAT

GNAT (GNU NYU Ada Translator) es un compilador de Ada95 integrado en el sistema de compilación de GCC de GNU. Comenzó a desarrollarse en la Universidad de Nueva York por un equipo encabezado por Ed Schonberg, Robert Dewar, Bernard Banner y Franco Gasperoni, entre otros.

Se distribuye libremente con fuentes bajo la GPL de GNU. Ada Core Technologies (ACT) es la compañía que proporciona soporte comercial para GNAT.

Puede consultarse <http://www.gnat.com> para obtener información sobre GNAT y ACT, así como para obtener los fuentes y/o binarios.

## SR

SR (Synchronizing Resources) es un lenguaje para programación concurrente y de sistemas distribuidos desarrollado en la Universidad de Arizona por Gregory Andrews. El equipo de esta Universidad ha desarrollado, igualmente, un entorno de desarrollo de programas escritos en este lenguaje que incluye un traductor y bibliotecas de soporte a la ejecución. El traductor genera código C para el compilador GCC de GNU.

Este software se distribuye libremente, incluyendo sus fuentes. Puede consultarse <http://www.cs.arizona.edu/sr> para obtener información sobre SR, así como para obtener los fuentes y/o binarios de las herramientas desarrolladas para este lenguaje.

## DDD

DDD (Data Display Debugger) es un interfaz gráfico de usuario para los depuradores GDB o DBX. Más allá de ofrecer un interfaz gráfico a las clásicas opciones de depuración, ofrece capacidades de exhibición gráfica de estructuras de datos en forma de grafos.

Sus autores son Dorothea Luetkehaus y Andreas Zeller, de la Universidad Técnica de Braunschweig, Alemania.

DDD se ofrece como software libre, bajo la GPL de GNU. Puede consultarse <http://www.cs.tu-bs.de/softech/ddd> para obtener información sobre DDD, así como para obtener los fuentes y/o binarios.

## LaTeX2HTML

LaTeX2HTML es una herramienta de conversión (escrita en lenguaje Perl) que permite transformar documentos escritos en LaTeX en páginas HTML, conservando en lo posible la estructura y aspecto del documento original.

Su autor es Nikos Drakos, de la Universidad de Leeds.

Esta herramienta se distribuye libremente, incluyendo sus fuentes. Se incluye una licencia que impide cualquier intento de cobrar por este software o sus ulteriores modificaciones.

Puede consultarse:

<http://cbl.leeds.ac.uk/nikos/tex2html/doc/latex2html/latex2html.html> para obtener información de esta herramienta, así como para obtener sus fuentes.