

Aulas de bajo coste con Linux y LTSP

JORDI MASSAGUER
jmassaguer@iberprensa.com

Gracias a la tecnología LTSP, implantar aulas de bajo coste en las escuelas es ya una realidad, pudiéndose triplicar el número de ordenadores disponibles en un centro educativo, sin ningún aumento de costes y con un menor efecto medioambiental. Abordamos con detalle este interesante proyecto en las siguientes páginas.

Nos encontramos en medio de una revolución tecnológica donde la educación en las nuevas tecnologías es imprescindible para el futuro de cualquier país, no solo en los aspectos económicos sino también en los sociales. Todo aquel que no haya sido educado en el uso de éstas, quedará excluido en muchos aspectos: excluido en relaciones sociales, en el acceso a la información, en la comunicación con la administración, en la enseñanza, laboralmente, etc. Esta exclusión es la ya conocida fractura digital de la que tanto se ha hablado y, aunque ya no se comenta tanto acerca de ella, sigue presente y sobretodo en los sectores más desfavorecidos de la sociedad.

Esta situación puede combatirse con formación, acceso a la banda ancha, al software de forma legal y acceso al hardware. Depende de a quien vaya dirigida la actuación, encontramos distintas soluciones, como son la creación de telecentros, la dotación en bibliotecas, la formación de adultos, etc. En este reportaje nos centraremos en la que afecta precisamente a las personas del mañana, es decir a los estudiantes en escuelas e institutos.

Los estudiantes de Extremadura tienen de por media un ordenador para cada dos alumnos. En este sentido son un referente y un modelo a seguir, no únicamente por parte de las demás comunidades autónomas, sino incluso por el resto de estados de Europa. Por lo tanto, debería ser un objetivo de todas las comunidades llegar al mismo ratio de estudiantes por ordenador que existe hoy por hoy en Extremadura. Este hecho posibilita, nóte-

Tecnología LTSP ▶

LTSP son las siglas de Linux Terminal Server Project (<http://www.ltsp.org>). Este proyecto, como explicamos en el cuerpo principal de este reportaje, se basa en colocar un servidor central potente y un conjunto de clientes. Este tipo de configuración es muy útil en sectores donde hay mucho hardware viejo y muchos clientes, pero poco presupuesto, como las escuelas. También son típicos de entornos empresariales y de producción, como por ejemplo en quioscos, y no tanto por el ahorro en licencias y en hardware, como por la facilidad de administración.

No obstante, tiene un punto flaco que, como habrá adivinado nuestro especializado lector se trata del servidor. Para ello no podemos hacer más que lo que ya se hace con servidores: copias de seguridad y un servidor de repuesto. No obstante, no es necesario disponer de un servidor de repuesto para cada servidor, si no que podemos tener uno para cada x servidores, dependiendo del presupuesto y de lo crítico que consideremos estos equipos.

Un efecto colateral interesante, es la rapidez con la que se encienden los terminales, que suele ser de unos pocos segundos, comparando con los minutos que puede tardar un PC. Eso sí, el servidor debe estar siempre encendido.

Detrás del proyecto LTSP podemos situar las siguientes tecnologías:

- ▶ **Linux:** Es la base, tanto del servidor, como de los clientes. El servidor tiene su propio kernel y tiene otro, que puede ser igual o no, para los clientes.
- ▶ **PXE:** Protocolo de arranque por red. Mediante este protocolo, los clientes arrancan y piden el sistema operativo al servidor, que les mandará un kernel y unos drivers. En caso de que necesitemos unos drivers especiales, debemos configurarlo en el servidor. Aunque este es el más típico, existen otras formas de arranque para ordenadores que no soporten el arranque por red mediante este protocolo.
- ▶ **DHCP:** Cuando el cliente arranque, se le asigna una dirección IP de forma dinámica utilizando el protocolo DHCP.
- ▶ **NFS:** El disco del cliente está en realidad en el servidor y puede accederse a él mediante el protocolo NFS.
- ▶ **XDMCP:** Mediante el protocolo X-Windows podemos abrir una sesión gráfica en el terminal, aunque en realidad operemos en el servidor.
- ▶ **TFTP:** Trivial ftp, para la transmisión del kernel entre servidor y cliente.

se el matiz, disponer de los ordenadores en el aula, en vez de una aula de ordenadores, cosa que cambia el modelo educativo de por sí, adaptándolo a los nuevos tiempos.

Dejando a un lado los aspectos de formación y el acceso a la banda ancha, nos centraremos en el acceso al software de forma legal y, muy especialmente, en el acceso al hardware. Nuestro objetivo es

Este hecho posibilita disponer de “los ordenadores en el aula”, en vez de “una aula de ordenadores”

demostrar que, con un uso racional de las tecnologías existentes, podemos lograr acceder a un hardware de bajo coste y, en consecuencia, a unas aulas de bajo coste para nuestras escuelas e institutos.

ACCESO AL SOFTWARE LEGAL Y AHORRO EN LICENCIAS

El software libre, tal y como se ha demostrado en Extremadura, nos permite, por un lado, acceder al software de forma legal, y por el otro un ahorro en licencias. Este ahorro puede, a su vez, permitirnos invertir en la compra de equipos nuevos, por no citar otros aspectos como son la educación en la libertad, el hecho de compartir el conocimiento y en la participación, valores implícitos en el software libre, que no son el objeto de este reportaje ahora, pero que sobradamente conoce nuestro lector habitual.

Pero no solo en Extremadura se ha apostado por el software libre. De la misma forma que en esta comunidad se desarrolló el proyecto LinEx, en Andalucía se creó Guadalinux, que fué seguido por LliureX en Valencia, Max en Madrid, Molinux en Castilla La Mancha, Linkat en Catalunya, Melinux en Melilla, etc. Aunque las distribuciones base no son las mismas, todas se basan en sistemas que implementan la tecnología LTSP (Debian, Ubuntu, SUSE y otras).

En consecuencia, en las comunidades autónomas en las que se ha apostado por el software libre, éste debería permitirles acceder al software por parte de su comunidad educativa de forma legal y con el ahorro en licencias que implica, y, por lo tanto, en el ahorro en las estaciones de trabajo, además de la tecnología LTSP que, como veremos, les permite ahorrar también en hardware.

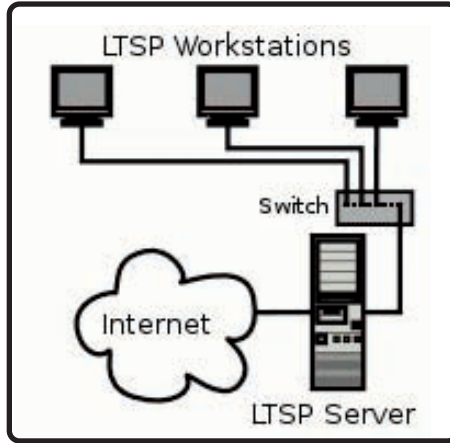
AULAS DE BAJO COSTE

Existen dos versiones de aulas de bajo coste:

- ▷ El aula de bajo coste reciclada y
- ▷ El aula de bajo coste con terminales.

Las dos comparten una tecnología y una arquitectura común. Sea cual sea el tipo de aula, se basará en la tecnología LTSP (*Linux Terminal Project*), y contará con un servidor y el resto serán terminales.

Para resumirlo, el servidor realiza todos los cálculos y sirve a los terminales las aplicaciones. De esta forma, los terminales no necesitan de un hardware muy potente. Es más, en muchos casos no disponen ni de disco duro. Por lo tanto, el gasto principal se realiza en el servidor,



Arquitectura LTSP.

mientras que los terminales suelen resultar muy baratos, si no gratis cuando se trate de reciclados (ver el siguiente epígrafe). Esto hace que, en una aula, a más terminales, más barato sale el puesto de trabajo, al repartir el coste del servidor entre todos los puestos.

BAJO COSTE RECIKLADO

El hecho de que solo uno de los ordenadores deba ser potente, hace posible que los demás sean reciclados. Por *reciclados* entendemos máquinas que ya no son útiles en el entorno donde se encuentran. Pueden ser equipos que provengan de donaciones, como ordenadores obsoletos de la propia escuela. Muchas veces, los equipos pasan a ser considerados como *obsoletos* debido a las nuevas versiones de sistemas operativos. Sin ir más lejos, según un estudio realizado por la Generalitat de Catalunya, el 41% de los



Terminal reciclado con Linkat en una escuela de Catalunya.

PCs de sobremesa actuales de las escuelas de Catalunya no satisfacen los requerimientos del nuevo Windows Vista, por lo que se convierten en obsoletos o reciclados. Esto lo han entendido muy bien en la comunidad valenciana donde, si reciclas una aula, te regalan un servidor preparado para LTSP basado en su distribución LliureX.

En el caso de los ordenadores reciclados, una aula de veinte ordenadores cuesta 660 euros, que es lo que costaría el servidor. Esto equivale a 33 euros por cada ordenador, veinte veces inferior a lo que costaría una aula de veinte PCs, que sería 13.200 euros.

BAJO COSTE CON TERMINALES

El principal inconveniente de la configuración anterior es el coste en mantenimiento de los ordenadores, pues al tratarse de equipos antiguos el ciclo de vida de estos será mucho más corto que el de ordenadores nuevos, por lo que habrá que cam-

Precio por ordenador en una aula de bajo coste según el número de ordenadores

	5 PCs	10 PCs	15 PCs	20 PCs
▷ Aulas de bajo coste reciclado	132 €	66 €	44 €	33 €
▷ Aulas de bajo coste con terminales	397 €	331 €	309 €	298 €

Nota: El precio incluye el servidor y las pantallas. A más ordenadores, menor el precio del ordenador, pues se reparte el precio entre todos

Requerimientos de distintas versiones de Windows

Windows XP Professional	Vista Home Premium / Business / Ultimate
▷ PC con procesador a 300 Mhz	▷ 1 GHz 32-bit (x86) o 64-bit (x64) procesador
▷ 128 Megabytes (MB) de RAM	▷ 1 GB de memoria RAM
▷ 1.5 Gigabytes (GB) de disco duro	▷ 40 GB de disco duro
▷ Súper VGA (800 x 600)	▷ Soporte para DirectX 9 con:
▷ CD-ROM	■ WDDM Driver
	■ 128 MB de memoria gráfica
	■ Pixel Shader 2.0 in hardware
	■ 32 bits per pixel
	▷ DVD-ROM drive

Fuente: <http://www.microsoft.com/windows/products/windowsvista/editions/systemrequirements.mspx>



Terminal de bajo coste con Linkat en una escuela de Catalunya.

biar piezas, sino todo el conjunto, más a menudo.

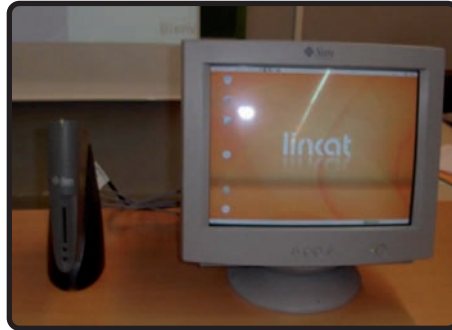
La alternativa es adquirir terminales, que son PCs con pocas prestaciones, frecuentemente sin disco duro. No obstante, estos equipos son nuevos y por lo tanto el ciclo de vida será más largo y nos darán muchos menos problemas. Estos terminales pueden costar unos 265 euros, que es 2,5 veces inferior a lo que vale un PC. Con estos números, una aula de un servidor y 20 terminales, nos saldría por 298 euros de media por ordenador (5.960 en total), que es un poco menos de la mitad de lo que vale una aula de veinte PCs. Por lo tanto, es fácil deducir que, con lo que nos gastaríamos para un aula de veinte PCs con Windows Vista, tenemos dos aulas y medio de terminales.

BAJO COSTE MIXTO

Evidentemente, las dos tecnologías anteriores pueden combinarse en una aula de bajo coste mixta, donde algunos ordenadores serían reciclados y otros serían terminales. De esta forma conseguiríamos el máximo rendimiento, tanto de los ordenadores que ya tenemos como del presupuesto destinado al aula de informática.

En una situación de transición hacia aulas de bajo coste, empezaríamos con muchos ordenadores reciclados (la mayo-

ría de los cuales podrían ser los que utilizamos con Windows XP) y algunos terminales. Luego, año tras año, iríamos incrementando los equipos terminales, retirando los reciclados, con el objetivo de decrementar el coste de mantenimiento. De hecho, nada especial habría que realizar, pues los reciclados irían dejando de funcionar por sí solos.



En una escuela de Catalunya se han reciclado antiguos terminales SUN utilizando la distribución Linkat.

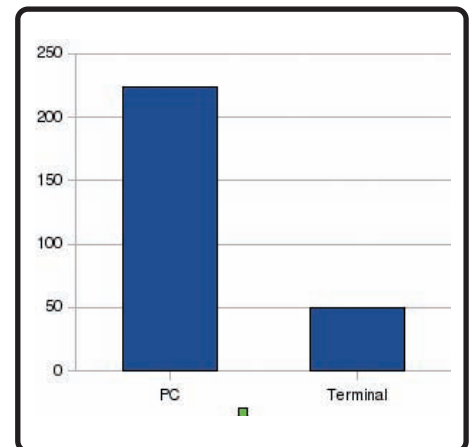
La situación ideal sería la de disponer de todos los equipos como terminales, para soportar el mínimo coste en mantenimiento. De todas formas, ya sería óptimo si el número de terminales fuese notablemente superior a los reciclados. De hecho, con los números en la mano, con lo que cuesta una aula de veinte ordenadores con Windows Vista, podríamos tener tres aulas, donde catorce de cada aula fueran terminales y seis reciclados.

MEJOR MANTENIMIENTO DEL SOFTWARE

Añadir ordenadores nos aumenta el coste de mantenimiento, y si son reciclados aún más. No obstante, el mantenimiento del software baja en picado, al tener que mantener solo los servidores y, por lo tanto, siendo hasta veinte veces menor, una vez superada la fase de formación, la cual es imprescindible para gestionar el cambio.

COSTE ENERGÉTICO Y ECOLÓGICO

Algunos terminales poseen además una característica muy importante que es su bajo coste energético, con el impacto en la factura anual que esto presupone. Así, cuando un PC, con pantalla incluida, consume de media un máximo de 224W, algunos terminales, pantalla incluida, consumen de media un máximo de 50W. Luego, la potencia consumida por un PC es más de cuatro veces la de un terminal y, en consecuencia, también la factura. Pero cuando hablamos de energía, no debemos olvidar también el coste ecológico que esto supone, pues el CO2 generado no es nada despreciable y aun menos cuando hablamos de todas las escuelas de, por ejemplo, España. En resumen, que con lo que nos cuesta, tanto económicamente como ecológicamente, un PC, podemos tener cuatro terminales y, por lo tanto, cuatro estaciones de trabajo.



Comparación el coste energético en Watts de un PC y un terminal.

CALOR Y RUIDO AMBIENTAL

Un aspecto muy importante cuando se trata de situar muchos equipos en poco espacio, como por ejemplo el caso de las escuelas, es el ruido generado por el conjunto de estos, y sobretodo si el objetivo es que tengan los ordenadores en clase. Este ruido es directamente proporcional al consumo de estos. Por lo tanto, menor consumo, menor ruido.

A parte del ruido, otro consecuencia de poner tantos ordenadores juntos es el calor, que en verano puede ser muy molesto. Igual que el ruido, éste es directamente proporcional al consumo, por lo que, a menos consumo, menos calor.

Estos dos factores son importantes en el caso de usar terminales en vez de PCs, pues como hemos mencionado, el consumo es más de cuatro veces inferior.

Precios estimados de ordenadores nuevos en el mercado

Servidor de 20 terminales	Terminal ligero	PC con Windows Vista
660 €	265 €	660 €

Nota: La estimación se ha hecho como la media de distintos proveedores. El precio del PC con Windows Vista incluye la licencia. El servidor de terminales cuenta con 2 GB de memoria.

Requerimientos terminales y servidor

Requerimientos terminal	Requerimientos servidor 20 terminales
486	Pentium 4 Dual Core 2Ghz
128MB de RAM	2 GB de RAM
No necesita disco duro	200 GB de disco duro

PLAN A CUATRO AÑOS DE REDUCCIÓN

Vistas las ventajas de las aulas de bajo coste, nos formulamos las siguientes preguntas: ¿podemos realmente reducir la *ratio* alumnos/ordenador? y ¿en cuánto tiempo?

Para responder a estas dos preguntas, debemos considerar como ciertas las siguientes premisas:

- ▷ Los equipos informáticos tienen, de media, una vida de cuatro años. Esto hace que, para mantener el parque de equipos informáticos actuales, debería gastarse como mínimo, y en cuatro años, lo necesario para renovar todos los equipos.
- ▷ El crecimiento demográfico previsto para los próximos 4 años según el Instituto de Estadística Nacional, para la población en edad escolar, es decir, de 4 a 18 años, en todo el territorio español es de el 5.07%, es decir, que para cada veinte alumnos, en cuatro años tendremos un alumno más.

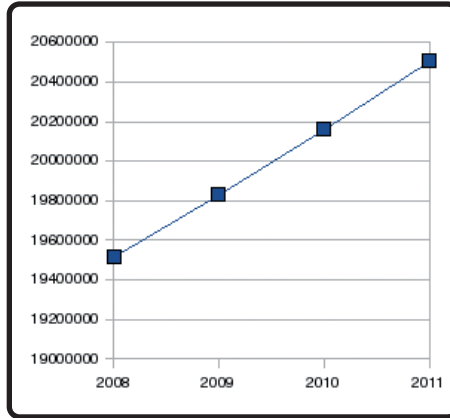
Por otro lado, hemos visto que:

- ▷ Con lo que consume un ordenador, podemos tener cuatro terminales ligeras.
- ▷ Tres aulas con 14 terminales y 7 PCs reciclados (uno debido al crecimiento demográfico) cada uno, valen lo mismo que una aula de 20 PCs
- ▷ El mantenimiento del software en aulas de bajo coste es hasta 20 veces menor

En consecuencia, podríamos elaborar un plan a cuatro años que nos permitiese que, donde hay una aula, hubiese tres, y por lo tanto, decrementando por tres el número de alumnos por ordenador.

CONCLUSIONES

En este reportaje hemos demostrado como, utilizando GNU/Linux, en general software libre, y LTSP es posible reducir



Población prevista entre 4 y 18 años para los próximos cuatro años.

hasta tres veces la *ratio* alumnos/ordenador de la escuelas de nuestro país. Para que esto sea posible, el nivel de inversión en equipos informáticos en el sector educativo debe ser el necesario, como mínimo, para renovar todos los equipos en cuatro años, que son los años de vida de un ordenador, por lo que menos inversión supondría un paso atrás. De producirse esta menor inversión se traduciría directamente en un fracaso en lo que a educación en nuevas tecnología se refiere, con el consecuente impacto en la sociedad.



Por el precio de dos PCs con Windows VISTA, podríamos tener estos 5 terminales.

Por otro lado hemos observado también como se puede reciclar ordenadores que, aunque sigan funcionando, no nos sirvan para los nuevos sistemas operativos de Microsoft. Por lo tanto, incentivar las donaciones de este tipo de hardware puede ser una buena solución para las escuelas, así como incentivar su reciclaje, para complementar las compras.

Para terminar, decir que no hemos tenido en cuenta en este reportaje ni la formación ni el acceso a la banda ancha, fundamentales ambos para que el plan tenga éxito. Sin estos factores, las aulas de bajo coste serían solo un elemento más en los centros educativos. ■

Casos de éxito ▶

La siguiente relación enumera algunos casos que podríamos considerar de éxito en la implantación de la tecnología LTSP, y que nos pueden servir de referencia:

- ▷ IES Puig Cargol, Catalunya. [Linkat](#)
- ▷ IES Terra Roja, Santa Coloma de Gramenet, Catalunya. [Linkat](#)
- ▷ IES Baix Montseny, Catalunya. [Linkat](#)
- ▷ IES Mallola, Catalunya. [Linkat](#)
- ▷ IES S'agulla Blanes, Catalunya. [Linkat](#)
- ▷ IES Andreu Sempere d'Alcoi, Comunitat Valenciana. [LliureX](#)
- ▷ CEIP Sant Jordi, Catalunya. [Linkat](#)
- ▷ IES Sant Just Desvern. [Linkat](#)

Studio PRESS

Tienda On-line >>

Ya es posible adquirir cualquier número de **Todo Linux**, realizar una suscripción anual, descargar un número antiguo en formato PDF, acceder a ofertas/promociones y pagar mediante tarjeta de crédito en una pasarela de pago segura en la tienda On-line de Studio Press.



Además...



... se pueden adquirir otros productos relacionados con GNU/Linux y el software libre como el curso para principiantes Usuario Linux...



... y las guías monotemáticas dedicadas a distribuciones como Mandriva, Fedora o Debian