

RECICLAJE Y SOFTWARE LIBRE: UNA SOLUCIÓN PARA LA ENSEÑANZA

Juan Pablo Sánchez Beltrán

juanpablo @ mundofree com

Presidente de TeSo, Telecomunicaciones Solidarias

Ingeniero en Telecomunicaciones y Diplomado en Ciencias Empresariales

RESUMEN

El modelo actual de informatización de los centros docentes es poco eficaz, muy limitado, poco didáctico y excesivamente rígido. Existen otros modelos alternativos que presentan muchas ventajas tanto en los aspectos económicos, como en los técnicos y educativos.

INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) proporcionan un conjunto de herramientas básicas para la sociedad actual. Su uso mejora la calidad de vida, la cohesión social,¹ facilita el desarrollo², etc. pero exigen disponer de:

- **información:** que son y para que sirven.
- **formación** : conocer cómo funcionan, se usan, se mantienen y se desarrollan.
- **medios:** hardware, software y enlaces de comunicación.
- **contenidos:** servicios útiles para el usuario.

Para disponer de estos cuatro elementos es necesario realizar unas inversiones iniciales para la adquisición de los medios, etc. que permitan iniciar el uso de las TIC y posteriormente, y de forma periódica, realizar inversiones adicionales para mantener actualizados los conocimientos y los medios.

LA BRECHA DIGITAL

En España el parque de ordenadores personales en 2003 está alrededor de los 15 millones de unidades y se compran 1,5 millones más anualmente. Entre el 30 y el 50% de las compras se destinan a la sustitución de ordenadores obsoletos, mientras que en Estados Unidos se destinan a este fin el 75% de las nuevas adquisiciones, lo que indica que nos encontramos en estadios distintos en el proceso de informatización de la sociedad.

Por otra parte en España el número de ordenadores personales por cada 100 habitantes es de unos 37, porcentaje que es casi la mitad del existente en Estados Unidos, o visto de otra forma, estamos en los niveles que tenía Estados Unidos en 1995. España desde el año 1995 figura entre los tres países de la Comunidad Europea (CE) con menor uso de las TIC (Ordenadores Personales, Internet, etc.) junto a Grecia y Portugal¹. Por lo que podemos concluir que la calificación de la situación española podría ser “Necesita mejorar”.

Las altas inversiones necesarias para alcanzar los índices de uso de las TIC, de las que disfruta países como los Estados Unidos son prohibitivas para los países menos desarrollados, y un esfuerzo muy considerable y prolongado para las economías de los países restantesⁱⁱⁱ. Hay que tener en cuenta que si bien las TIC son un elemento importante, no es imprescindible, pues no es un bien de primera necesidad. Este hecho hace que sean precisamente los países ricos los únicos que disponen de recursos para invertir en TIC que a su vez le permitirán una mayor productividad y riqueza.

Esta situación de desigualdad creciente en TIC entre países o grupos sociales se conoce como brecha digital.

Además el desarrollo de las TIC está en manos de los países más ricos, por lo que los países poco desarrollados además de continuar en el círculo de la pobreza entran en una dependencia creciente al estar supereditado su desarrollo tecnológico de las importaciones de bienes y servicios del exterior^{iv}.

El problema de las pobreza endémicas ha sido objeto de múltiples estudios y las soluciones propuestas pueden resumirse en^v:

- implantación de modelos de desarrollos propios (sostenibles, intensivos en recursos locales, culturalmente próximos, descentralizados, etc.).
- convertir el gasto en inversión de forma que creen infraestructuras duraderas.
- uso de estándares abiertos con el fin de mantener la independencia y disminuir los costes.

1 http://europa.eu.int/information_society/eeurope/

- minimizar los costes de financiación mediante infraestructuras sencillas (por ejemplo prepago frente a e-pago, etc.)^{vi}
- compartir las infraestructuras para distintos usuarios y servicios.
- revalorizar los bienes al final de su vida útil (reutilizar, reusar y reciclar).

Este análisis es trasladable al ámbito regional, social, etc. y por ello los criterios mencionados son aplicables siempre que se desee un desarrollo más rápido que el existente.

Soluciones generales para la informatización

Los ordenadores son máquinas de propósito general por lo que un modelo puede servir para muchos fines, por ello la producción de un modelo único supone que los precios bajen a medida que aumenta la producción, siempre que el mercado no tenga imperfecciones. Esto se cumple en la práctica con el hardware de los ordenadores personales o PC's, en el que incluso no valorando el efecto de la inflación, los precios disminuyen tanto de forma absoluta como relativa, pero no ocurre así con el software cuyo mercado esta fuertemente distorsionado.^{vii}

En la actualidad podemos encontrar cuatro tipos de soluciones que permiten la informatización:

- **Modelo propietario de propósito general:** Es el modelo más extendido en estos momentos. Se basa en el uso de una plataforma de propósito general denominada WINTEL compuesta por software basado en el Sistema Operativo Windows de Microsoft y hardware basado en los procesadores x86 de Intel y compatibles. La vida útil de este tipo de solución es de 4 años; con algún mantenimiento es posible alargarla hasta 8. El coste es de unos 600 a 1.800 € para el Hardware (Pentium IV a 2,8 GHz, etc.) y de unos 900 € para el software (Windows XP + Office XP), lo cual nos da un precio total que va de 1.500 a 2.700 € por PC
- **Modelo propietario de propósito específico:** En esta solución se elige un software específico² para el uso que se le va a dar al ordenador, por lo que los requisitos del hardware son menores. Con esta solución el recorte en el precio del hardware puede dividirse por 2 y del software por 6. El precio por unidad de este tipo de soluciones está sobre los 720 €.
- **Modelo abierto de propósito general:** En este caso se usa software de código abierto y libre como por ejemplo LINUX y Open Office. El coste del hardware es

2 Ensemble Desktop de Breadbox (www.breadbox.com) es un software completo orientado a la educación que tiene un coste de 120 € y usa DRDOS 7.2, un ordenador Audrey (www.audreyupgrade.com) viene a salir por unos 500 €.

similar pero el del software puede dividirse por más de 20. El precio por unidad será menor a 660 €.

- **Modelo abierto de propósito específico:** En el caso de hacer uso de una arquitectura adaptada a las necesidades,³el coste del hardware puede dividirse por más de 2 y el software por más de 20⁴. Por lo que cada puesto de trabajo puede tener un coste menor a los 300 €

Podemos concluir que el modelo más extendido para la informatización personal es paradójicamente el más caro de los posibles, tanto en el coste inicial como en los recurrentes.

Parte del ahorro en alguno de estos modelos proviene del uso del software libre o software de código abierto y libre. Este tipo de software no es necesariamente gratuito pero su coste está próximo al coste del material que sirve de soporte, al gozar de un mercado competitivo sin imperfecciones importantes y ser una producción en serie. Por otra parte no requiere menos recursos hardware que el software propietario, pero si que es cierto que únicamente evoluciona por necesidades técnicas y no comerciales, es decir no está presionado de forma artificial, por lo que los sistemas duran más. Duplicar la vida media es reducir a la mitad el coste de nuevas tecnologías.

El uso de modelos abiertos, tanto de propósito general como específico, es una estrategia que están adoptando tanto gobiernos nacionales como regionales^{viii}.

Soluciones en educación: ordenador reciclado + código abierto

La media de ordenadores por alumno en España se situaba en mayo de 2002 en 6,3 PC's por cada 100 alumnos, sin embargo no todos ellos disponían de conexión a Internet. El nivel más alto en la CE lo tenía Dinamarca con 23 PC's/ 100 alumnos. Sin embargo aunque el número de ordenadores por cada cien alumnos es un buen indicador no refleja la calidad del equipamiento, su grado de interconexión, los contenidos disponibles, etc.

La soluciones adoptadas hasta la fecha se han basado en modelos propietarios de propósito general, y con ellas los resultados han sido insatisfactorios⁵. Esto es debido a que con dicho modelo existe un margen muy estrecho para buscar soluciones: conseguir descuentos de los fabricantes, aumentar la inversión, optar por el renting frente a la compra

3 Por ejemplo el ordenador Simputer (www.simputer.org) sale por menos de 300 € la unidad y en un servidor LTSP (www.ltsp.org) puede puede facilitar puestos de trabajo por unos 60 €, etc

4 www.pondussolutions.com/ltsp/ltsp_intro/ estudio realizado por un consultor.

5 7,3 Pcs/100 alumnos a tiempo parcial, con solamente el 43% de las conexiones con banda ancha.

para evitar la inversión inicial, implicar a la iniciativa privada⁶, compartir el uso de los medios, etc.

Hemos visto que las soluciones basadas en modelos abiertos de propósito específico son las más baratas, además estas soluciones en la enseñanza tienen una serie de valores añadidos que las hacen todavía más interesantes.

El reciclaje de ordenadores alarga la vida del material informático que disponen los centros docentes, y con ello rentabilizar las inversiones, resuelve y concientiza sobre los problemas medioambientales, permite la implicación social de empresas, instituciones y particulares en el proceso educativo⁷. El reciclaje puede ser realizado como asignatura optativa o actividad extraescolar, dado que además de permitir dotar de infraestructura informática a los centros, facilita su mantenimiento, capacitar profesionalmente a los alumnos, anima a la curiosidad sobre el funcionamiento de los equipos, estimular las vocaciones técnicas, fomenta el trabajo en equipo, etc.

La práctica demuestra que el reciclaje de ordenadores despierta un gran interés para los alumnos que disponen de ordenadores en casa y que ven en ello una aplicación inmediata, permite asentar la enseñanza teórica de la física (electricidad, magnetismo, óptica, etc.), etc.^{ix}

El mejor complemento para un equipo reciclado es sin duda alguna el software libre.

El software libre no sólo es ventajoso económicamente, sino que además tienen para la enseñanza valores adicionales^x como son la cooperación, el trabajo en equipo, el trabajo en comunidad y para la comunidad, anima la curiosidad sobre el funcionamiento de los programas, permite la adaptación, corrección y mejora de los programas, la inclusión de material local, etc.^{xi} ^{xii} Además el software de código abierto/libre dispone de documentación completa que puede adaptarse libremente a las necesidades y de los códigos fuente de los programas que permite participar a la comunidad educativa en su mantenimiento y creación.

El software libre es muy flexible y facilita un gran número de soluciones. Así podemos trabajar con LINUX en modo LIVE, compartiendo un equipo con otros sistemas operativos o no, en modo autónomo o en modo cliente-servidor, en entorno de texto o en entorno gráfico con distintos niveles de requerimientos.

6 www.elmundo.es/navegante/2003/09/01/empresas/1063204763.html

7 www.intel.com/education/recycling_computers/recycling.htm

Existen un gran número de asociaciones de usuarios de software libre en las que se pueden integrar alumnos y profesores.

Experiencias

La UNESCO ha realizado este año un congreso precisamente sobre el uso de ordenadores reciclados para la enseñanza⁸ y mantiene un portal en Internet dedicado al software abierto⁹.

Las experiencias de reciclaje de ordenadores y software libre en educación son escasas en España, y todas ellas de los últimos años, algunas referencias sobre las mismas:

- **Software abierto:** Pequelin es una distribución LINUX LIVE orientada a los la educación de los más pequeños (www.espartakus.org), Pedro Reina mantiene una WEB con abundante material para la enseñanza de la Informática en Secundaria (pedroreina.org/), Plan de la Junta de Extremadura (www.linex.org), Decreto de la Junta de Andalucía (www.guadalinex.org). Declaración de intenciones de la Generalitat Valenciana.^{xiii}
- **Software abierto y reciclaje:** Hay que destacar los trabajos de Antonio Quesada en la puesta en marcha de aulas LTSP en Canarias y Palencia¹⁰. A nivel institucional hay que destacar el proyecto desarrollado por la Universidad de Cadiz¹¹ y el Decreto del Parlamento Andaluz^{xiv}.
- **Reciclaje:** Desde hace casi tres años la ONG TeSo¹² se dedica al reciclaje de ordenadores con fines solidarios en Valencia. En estos años se han entregado unos 200 PC's reciclados y se han impartido con gran éxito cursos de reciclaje de forma ininterrumpida a jóvenes, inmigrantes y estudiantes universitarios. Desde el año pasado maniene un taller de reciclaje en el IES S. Vicent Ferrer de Algemesí y a partir de este año en el IES de Ondara. Durante este curso se informatizará el CP Miquel Adlert de Valencia haciendo uso de material reciclado y el modelo LTSP^{xv}.

8 portal.unesco.org/es/ev.php@URL_ID=10325&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

9 www.unesco.org/webworld/portal_freesoft/index.shtml

10 www.gulic.org

11 www.uca.es/grup-invest/cit/

12 www.renuevate.com/teso/

Sin embargo las experiencias en el extranjero son abundantes, y muchas de ellas se remontan al principio de los 90.

Software abierto - LINUX

- www.linuxforkids.org Es una iniciativa para la difusión de LINUX dentro del sistema educativo, www.k12linux.org es una parte del mismo que lo enfoca a los colegios de primaria, ambos son parte de un proyecto más amplio de difusión del software libre en las escuelas www.schoolforge.net , está en inglés con una sección en español.
- www.seul.org/edu/ Simple End User Linux (SEUL) es una iniciativa para facilitar el uso de LINUX en el sistema educativo, en inglés.
- www.bluelinux.org Es un Sistema Operativo basado en LINUX enfocado a la educación
- www.debian.org/devel/debian-jr/ Es un proyecto dentro de Debian (Una distribución LINUX hecha por usuarios) para hacerla más atractiva a los jóvenes.
- www.canopener.ca Web de la Canadian Open Source Education & Research, grupo de opinión a favor del uso del software libre en la educación canadiense.
- www.linuxedquebec.org contiene la experiencia del uso de software libre en Quebec, está en francés.
- http://www.fensystems.co.uk/osieweb/fs/about_osie.html OSIE Open Source In Education, en inglés.
- www.gnu.org/education/ La mayoría del software libre está amparado por la licencia GNU. En esta sección los promotores de GNU defienden los valores del software libre en educación: cooperación y libertad. En inglés.
- edu.kde.org entorno KDE adaptado a usos educativos.

Escuelas con software libre

- garneau.csdm.qc.ca/
- fleclerc.csdm.qc.ca/stagiaires/document.html

Escuelas con software libre y equipos reciclados

- www.agers.cfwb.be web del Ministerio de la Comunidad Francófona Belga donde se propone la adopción del modelo de ordenador reciclado con software libre.
- www.hispalinux.net/casos.shtml?id=26 referencia a la experiencia de la informatización del IES Maria de la Guia-Canarias y de la Escuela infantil Corazón de Maria-Palencia haciendo uso de ordenadores reciclados y software libre, configurados como LTSP
- pstl.linux.ccfne.ns.ca/index2.html experiencia canadiense de puesta en marcha de un LTSP en un colegio, en francés.

- www.stmarys-school.org/smsk12linux_howandwhy.htm experiencia con LTSP en la Escuela Católica de Santa Maria de Melbourne. Un aula de 20 PC's ha costado 6.000\$, frente a los 20.000\$ presupuestados con WINTEL, pero hubiese costado unicamente 2.000\$ con ordenadores de segunda mano.
- www.schoolnet.na experiencia con 250 colegios de Namibia, en el que se han unido varias tecnologías (LTSP, WIFI, etc.) donde solamente el 30% de los colegios tienen electricidad y teléfono.
- www.linux.bz/ltsp/cerros/default.htm experiencia en Belice con LTSP
- slj.reviewsnews.com experiencia en Riverdale (Oregon) en el uso de ordenadores reciclados con LTSP.

LTSP

- www.ltsp.org Linux Terminal Server terminal Project LTSP es el proyecto más importante en la implementación de LINUX como servidor de terminales, pudiendo aprovecharse como terminales cualquier tipo de ordenador
- www.k12ltsp.org es uno de los proyectos de Schoolforge.net para el uso de LTSP en los colegios (12 años), en inglés.
- osl.softwarelibre.ulpgc.es/ISOS/METADISTROS/ web de la oficina de software libre de la Universidad de Gran Canaria, donde se pueden descargar las últimas distribuciones de LINUX LTSP de tipo LIVE en español.
- www.linuxview.com.br/lesp/ configuración de servidores educativos a distancia y de forma sencilla, en portugués.

Recursos varios

- www.offset.org/freeduc/ programas educativos en software libre
- www.freshmeat.net/ programas en software libre para LINUX y UNIX
- www.gnuwin.org programas en software libre para Windows
- www.learn.co.uk recursos educativos en web en inglés.

Reciclaje para la educación

- www.opeq.qc.ca/ (Canada)
- www.besanet.org.uk/ (Reino Unido)
- www.crc.org (Computer Recycling Center - Estados Unidos, desde 1991)
- www.c4kfoundation.org (Estados Unidos)
- www.computers.fed.gov (CFL Computers For learning)
- www.computer-aid.org (Reino Unido)
- www.computerecycleforeduc.com/ (Estados Unidos)
- www.emsc.nysed.gov/workforce/create/home.html (Estados Unidos - Nueva York)
- www.microweb.com/pepsite/Recycle/India.html (India)

- www.computersforschoolsontario.com (Canada-Ontario)

Conclusiones

El modelo actual de informatización WINTEL de los centros de enseñanzas ha mostrado sus limitaciones y carencias debido a los pocos recursos que se asignan en relación a los costes tanto iniciales como recurrentes.

El uso del software libre es una opción estratégica básica en la enseñanza. El aprovechamiento de ordenadores reciclados es una opción barata y didáctica que permite disponer de una forma inmediata de sistemas informáticos para la enseñanza^{xvi}. Hay que profundizar en los estudios comparativos tanto técnicos como económicos de las soluciones propuestas.

Existen otras opciones más avanzadas que obligan a cambios estructurales más fuertes como es la creación del material curricular en soporte digital y bajo licencia de contenidos abiertos¹³ para de esta forma poder convertir el gasto en texto escolares que se aproxima a unos 200 € anuales por alumno, en una inversión, la de adquirir un ordenador portátil que serviría tanto al alumno como a su familia¹⁴, tanto para temas escolares como extraescolares.

13 www.opencontent.org

14 www.landesinteractives.net

ANEXO-I MATERIAS DOCENTES RELACIONADAS CON LOS ORDENADORES

- **Electricidad:** El sistema eléctrico de un ordenador incluye un interruptor general (Conceptos: teoría de circuitos, circuito abierto, circuito cerrado, corto circuito; Actividad: dibujo del esquema eléctrico de su hogar) y una serie de cables de alimentación para los distintos elementos (Conceptos: materiales aislantes y conductores, intensidad, diferencia de potencial y potencia; Practicas: medidas de los voltajes e intensidades, clasificar los materiales de un ordenador por sus propiedades eléctricas). Los cables de alimentación son de distintos grosores (Conceptos: resistencia y ley de ohm, conversión de la energía eléctrica en calórica; Actividad: observar los grosores de los cables eléctricos de los distintos electrodomesticos, estudio de un secador de pelo o de un calefactor) y provienen todos de la fuente de alimentación (Conceptos: transformación y rectificación de la corriente eléctrica, corriente alterna y corriente continua; Prácticas: aprovechamiento de una fuente de alimentación para otros dispositivos; Actividad: localizar transformadores en su entorno, utilidad de los “bultos” y toroides coloados en los cables de alimentación). Las fuentes de alimentación están protegidas (Concepto: protección termica-fusibles, potencia disipada en una resistencia; Actividad: localización del sistema de protección eléctrica de sus viviendas) y el conjunto del equipo lleva un conexión de toma de tierra (Concepto: protección al riesgo eléctrico). Además todas las placas base incorporan una pequeña pila (Conceptos: acumuladores e impacto ecológico de los metales; Actividad: localizar puntos de recogida de pilas y baterias, observar los tipos de pilas que se venden en los comercios habituales
- **Magnetismo:** El almacenamiento de la información se realiza en discos duros y disquetes mediante campos magnéticos (Concepto: materiales ferromagnéticos, imanes y electroimanes; Prácticas: Se puede ver el efecto de un campo magnético sobre un disquete grabado o sobre la pantalla de un ordenador)
- **Campos magnéticos y eléctricos:** funcionamiento de una pantalla CRT (Conceptos: campo eléctrico y campo magnético, el electrón y su carga; Actividad: localizar fuentes de campo magnético y eléctrico en su entorno; Práctica: efecto de una llamada de un móvil en una pantalla de ordenador).
- **Teoría del color:** funcionamiento de una pantalla CRT (Conceptos: formación del color de forma aditiva y subtractiva; Práctica: observar con una lupa una pantalla encendida TFT y CRT).
- **Optica:** lectores CD/DVD y enlaces de infrarrojos (Conceptos: la luz, longitud de

onda y potencia, reflexión y difracción, lentes y prismas; Práctica: desmontar un lector CD y analizar los componentes ópticos).

- **Calor y temperatura:** sistemas de refrigeración y extractores de un PC (Conceptos: calor y temperatura, materiales buenos y malos conductores del calor, radiación del calor, efecto de la superficie y del movimiento, calor específico del aire y el agua; Actividades: analizar los sistemas de refrigeración cercanos).
- **Electrónica:** En los circuitos de un ordenador pueden reconocerse a simple vista los componentes electrónicos más comunes (Concepto: resistencia, condensador, diodo, etc. Práctica: reconocer los componentes electrónicos en el interior de un ordenador).
- **Acústica:** Los ordenadores multimedia suelen llevar altavoces y micrófonos, así como programas de grabación, reproducción, ecualización y analizadores de espectros (Conceptos: ondas sonoras, propagación, amplitud y frecuencia; Prácticas: grabar un sonido, filtrarlo y reproducirlo)
- **Ondas electromagnéticas:** sistema wifi y bluetooth (Concepto: radiación electromagnética, intensidad de campo, propagación de las ondas; Prácticas: medir la intensidad de campo variando la distancia e interponiendo distintos tipos de obstáculos)
- **Mecánica:** Disco duro (Concepto: efecto giroscópico; Prácticas: comprobar la fuerza que hay que realizar para modificar el plano de giro de un disco en movimiento)

- i Doczi M. *Information and Communication Technologies and Social and Economic Inclusion*. Ministerio de Desarrollo Económico de Nueva Zelanda, editor. 1-3-2000.
- ii Massé P. *Etude sur l'impact d'Internet sur le développement humain au Burkina Faso*. Oxfam-Quebec, editor. 1-9-2002. Ouagadougou - Burkina Faso.
- iii *The Clinton-Gore Administration: from Digital Divide to Digital Opportunity*, Washington, 2-February -2000. (<http://www.digitaldivide.gov/2000-02-02.html>).
- iv *Bangalore Declaration in Information Technology for Developing Countries*. Global Village, Bangalore, 4-noviembre-1998. <http://www.csa.iisc.ernet.in/bangit/bangdec/bangdec.html>
- v Yunus, Muhamad *Hacia un mundo sin pobreza*. Editorial Andrés Bello, Barcelona, 1998
- vi Chege, Mike "The Pre-paid System: An Alternative E-Payment Solution For Africa?" August 2002 www3.sn.apc.org/The_Pre-paid_System_5.0.doc
- vii Sánchez Beltrán, Juan Pablo "Contra la neutralidad en el software". LINUX FREE MAGAZINE, diciembre, 2003
- viii Algunas referencias sobre estrategias nacionales y regionales basadas en software de código abierto y libre: Suecia (www.statskontoret.se), Finlandia (www.maailma.kaapeli.fi/FLOSSReport1.0.html), Extremadura (www.linex.org), Andalucía (www.guadalez.org)
- ix Sánchez Beltrán, Juan Pablo "El mejor final para nuestros ordenadores (I): Reciclaje de ordenadores con fines solidarios" MUNDO LINUX, octubre, 2003
- x Peyratout, Jean "Why give precedence for Free Software at School?" fsfeurope.org/projects/education/argumentation.en.html
- xi Mérou, Jean-René "Argumentos en favor del Software Libre en las aulas" MUNDO LINUX, agosto, 2003
- xii Gonzalez-Barahona, Jesús M. "Software Libre en la enseñanza de la informática". TODO LINUX, mayo, 2001
- xiii Libro blanco sobre el software libre en España, HISPALINUX, 2003 www.hispalinux.org
- xiv Decreto de Medidas de Impulso de la Sociedad del Conocimiento en Andalucía BOJA nº 55 21-3-2003
- xv Sanchez Beltran, Juan Pablo : "Teso, Telecomunicaciones Solidarias", BIT, 138, abril-mayo 2003, pag 101-102
- xvi Escaleras, Javier "Informatización de un centro educativo: LTSP" Proyecto Fin de Carrera de la ETSIT de la UPV (Realizado bajo la dirección de Juan Pablo Sánchez)