

**Novática**, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática). **Novática** edita también UPGRADE, revista digital de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de UPENET (UPGRADE European Network)

[<http://www.ati.es/novatica/>](http://www.ati.es/novatica/)  
[<http://www.upgrade-cepis.org/>](http://www.upgrade-cepis.org/)

ATI es miembro fundador de CEPIS (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en IFIP (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con ACM (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con AdaSpain, AI2 y ASTIC.

**Consejo Editorial**  
 Antoni Carbonell Nogueras, Juan Manuel Cueva Lovelle, Juan Antonio Esteban Iriarte, Francisco López Crespo, Celestino Martín Alonso, Josep Molas i Bertrán, Olga Pallás Codina, Fernando Píera Gómez (Presidente del Consejo), Ramón Puigjaner Trepal, Miquel Sàrries Griñó, Asunción Yturbe Herranz

**Coordinación Editorial**  
 Rafael Fernández Calvo <rfcalvo@ati.es>

**Composición y autoedición**  
 Jorge Llácer (SI) de Ramales

**Traducciones**  
 Grupo de Lengua e Informática de ATI <http://www.ati.es/gt/lengua-informatica/>

**Administración**  
 Tomás Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

**Secciones Técnicas: Coordinadores**

**Administración Pública electrónica**  
 Gumersindo García Arribas, Francisco López Crespo (MAP)  
 <gumersindo.garcia@map.es>, <floc@ati.es>

**Arquitecturas**  
 Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza) <enrique.torres@unizar.es>  
 Jordi Tubella Morgadas (DAC-UPC) <jordi@ac.upc.es>

**Análisis de Datos**  
 Marina Tourino Troitiño, Manuel Palao García-Suelto (ASIA)  
 <marinatourino@marinatourino.com>, <manuel@palao.com>

**Bases de datos**  
 Coral Calero Muñoz, Mario G. Piattini Velthuis  
 (Escuela Superior de Informática, UCLM)  
 <Coral.Calero@uclm.es>, <mpiattini@inf-cr.uclm.es>

**Derecho e Tecnologías**  
 Isabel Hernando Collados (Fac. Derecho de Donostia, UPV) <hernando@legaltek.net>  
 Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara) <edavara@davara.com>

**Escadanza Universitaria de la Informática**  
 Joaquín Ezepeleta Mateo (CPS-UZAR) <ezepeleta@posta.unizar.es>  
 Cristóbal Pareja Flores (DSIC-UPM) <cpajef@sis.upm.es>

**Gestión del Conocimiento**  
 Joan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young) <joan.baiget@ati.es>

**Informática y Filosofía**  
 Josep Corco Juvany (UPV) <jcorco@unica.edu>  
 Esperanza Marcos Martínez (ESCEU-URJC) <cuca@esceu.urjc.es>

**Informática Gráfica**  
 Miquel Chover Salés (Universitat Jaume I de Castellón) <chover@isi.uji.es>  
 Roberto Vivo Herrando (Eurographics, sección española) <rvivo@dsic.upv.es>

**Ingeniería del Software**  
 Javier Dolado Cosín (DSI-UPV) <dolado@si.uv.es>  
 Luis Fernández Sanz (FRIS-EI-UEM) <luisfern@dpriis.esi.uem.es>

**Inteligencia Artificial**  
 Federico Barber Sanchis, Vicente Botti Navarro (DSIC-UPV)  
 <fvbotti@barberj@dsic.upv.es>

**Interacción Persona-Computador**  
 Julio Abascal González (FI-UPV) <julio@si.edu.es>  
 Jesús Lorés Vidal (Univ. de Lleida) <jesus@eup.udl.es>

**Internet**  
 Alonso Álvarez García (TID) <alonso@ati.es>  
 Llorenç Pagès Casas (Indra) <pages@ati.es>

**Lengua e Informática**  
 M. del Carmen Ugarte García (IBM) <cuagate@ati.es>

**Lenguajes Informáticos**  
 Andrés Marín López (Univ. Carlos III) <amarin@it.uc3m.es>  
 I. Anel Velázquez Irujo (ESCEU-URJC) <a.velazquez@esceu.urjc.es>

**Librerías e Informática**  
 Alfonso Escolano (FIR-Univ. de La Laguna) <aescolan@ull.es>

**Lingüística computacional**  
 Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo) <xgg@uvigo.es>  
 Manuel Palomar (Univ. de Alicante) <mpalomar@dlsi.ua.es>

**Mundo estudiantil**  
 Adolfo Vázquez Rodríguez (Rama de Estudiantes del IEEE-UCM)  
 <a.vazquez@ieee.org>

**Profesión Informática**  
 Rafael Fernández Calvo (ATI) <rfcalvo@ati.es>  
 Miquel Sàrries Griñó (Ayto. de Barcelona) <msarries@ati.es>

**Redes y servicios telemáticos**  
 Luis Guisasa Coloma (DCOM-UPV) <lguisasa@ddcom.upv.es>  
 Josep Solé Pareta (DAC-UPC) <pareta@ac.upc.es>

**Seguridad**  
 Javier Areñó Bertolin (Univ. de Deusto) <jareñob@eside.deusto.es>  
 Javier López Muñoz (ETSI Informática-UMA) <jlm@cc.uma.es>

**Sistemas de Tiempo Real**  
 Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM)  
 <calonso@iueitea.dit.upm.es>

**Software Libre**  
 Jesús M. González Barahona, Pedro de las Heras Quirós  
 (GSYC-URJC) <pedro@heras@gsyc.esceu.urjc.es>

**Tecnología de Objetos**  
 Jesús García Molina (DIS-UM) <jmolina@correo.um.es>  
 Gustavo Rossi (LIFA-UNLP, Argentina) <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

**Tecnologías para la Educación**  
 Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M) <dodero@inf.uc3m.es>  
 Juliá Minguilón I Alfonso (UOC) <jminguilona@uoc.edu>

**Tecnologías y Empresa**  
 Pablo Hernández Madroño (Bluemat) <pablohm@bluemat.biz>

**TIC para la Sanidad**  
 Valentín Masero Vargas (DI-UNEX) <vmasero@unex.es>

**TIC y Turismo**  
 Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga)  
 <aguayo.guevara@lcc.uma.es>

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o *copyright* elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a **Novática** un ejemplar de la publicación.

**Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid**  
 Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid  
 Tfn. 91 4029391; fax. 91 3083685 <novatica@ati.es>

**Composición, Edición y Redacción ATI Valencia**  
 Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia  
 Tfn. fax 96 3303992 <secreval@ati.es>

**Administración y Redacción ATI Cataluña**  
 Ciudad de Granada 131, 08018 Barcelona  
 Tfn. 93 4125235; fax 93 4127713 <secregan@ati.es>

**Redacción ATI Andalucía**  
 Isaac Newton, s/n, Ed. Sadiel,  
 Isla Cartuja 41092 Sevilla, Tfn./fax 95 4460779 <secreand@ati.es>

**Redacción ATI Aragón**  
 Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza,  
 Tfn./fax 97 6235181 <secreara@ati.es>

**Redacción ATI Asturias-Canarias** <sp-astucan@ati.es>  
**Redacción ATI Castilla-La Mancha** <cp-camancha@ati.es>

**Redacción ATI Galicia**  
 Recinto Ferial s/n, 36540 Silleda (Pontevedra)  
 Tfn. 896581413; fax 896580162 <secregal@ati.es>

**Suscripción y Ventas**  
 <http://www.ati.es/novatica/interes.html>, o en ATI Cataluña o ATI Madrid

**Publicidad**  
 Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid  
 Tfn. 91 4029391; fax. 91 3083685 <novatica.publicidad@ati.es>

**Impresión**  
 Derrá S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona.  
 Depósito legal: B 15.154-19/75 -- ISSN: 0211-2124; CODEN NOVAEC

**Portada:** Antonio Crespo Foix / © ATI 2005  
**Diseño:** Fernando Agresta / © ATI 2005

en resumen

- PAN para todos (con posdata.cat)** > 02  
*Rafael Fernández Calvo*
- noticias de IFIP**
- Informe sobre la reunión del Comité Técnico 12 (TC: Inteligencia Artificial)** > 03  
*Ramón López de Mantaras*

monografía

**Omnipresencia computacional**

(En colaboración con UPGRADE)  
 Editores invitados: José Antonio Gutiérrez de Mesa, Daniel Rodríguez García, Miltiadis D. Lytras  
**Presentación. Panorama de la Computación Ubicua** > 04  
*José Antonio Gutiérrez de Mesa, Daniel Rodríguez García, Miltiadis D. Lytras*

**El problema de la masa crítica de las redes ad hoc móviles** > 08  
*Jörg Roth*

**La influencia del tipo de dispositivo y del contexto en el acceso inalámbrico al infotretentimiento: un caso real** > 13  
*Tacha Serif, George Ghinea*

**La problemática de la impresión en entornos Server-Based Computing** > 18  
*Luis Bengochea Martínez*

**El debate entre software de código fuente abierto y software propietario y su impacto sobre la innovación tecnológica** > 22  
*Ricardo José Rejas Muslera, Juan José Cuadrado Gallego, Javier Dolado Cosín, Daniel Rodríguez García*

**Localización en Computación Ubicua utilizando redes de sensores acústicos** > 25  
*Carlos Manuel De Marziani, Jesus Ureña Ureña, Álvaro Hernández Alonso, Manuel Mazo Quintas, Ana Jimenez Martín, Juan Jesús García Domínguez, José Manuel Villadangos Garrizo, Fernando Javier Álvarez Franco*

**Solución inalámbrica para la implementación de un sistema de telemedicina** > 31  
*José Manuel Rodríguez Ascariz, Luciano Boquete Vázquez, Ignacio Bravo Muñoz, Pedro Martín Sánchez, José Luis Martín Sánchez*

**SIGLAS: un caso práctico de aplicación de la Computación Ubicua en la gestión de almacenes** > 34  
*José Julio González Pozo, Manuel Ortega Cantero*

**Protocolos médicos para la toma de decisiones en un contexto de Computación Ubicua** > 38  
*Eladio Domínguez Murillo, Beatriz Pérez Valle, Áurea Rodríguez Villanueva, María Antonia Zapata Abad*

secciones técnicas

**Bases de datos**  
**Clasificación de enfoques para la integración en la Web** > 42  
*César Javier Acuña, Esperanza Marcos Martínez, Juan M. Vara Mesa, Marcos López Sanz*

**Ingeniería del Software**  
**El reto de utilizar software de código abierto como estrategia de reutilización** > 47  
*Christian Neumann, Christoph Breidert*

**Lingüística computacional**  
**Creación de un recurso textual para el aprendizaje del inglés** > 51  
*Irene Castellón Masalles, Ana Fernández Montraveta, Glòria Vázquez García*

**Redes y servicios telemáticos**  
**Prestaciones de TCP/IP con planificación MEDF** > 55  
*Rüdiger Martin, Michael Menth, Vu Phan-Gia*

**Tecnologías para la educación**  
**Una iniciativa de modernización educativa: el Proyecto Ponte dos Brozos** > 61  
*Simón Neira Dueñas, Felipe Gómez-Pallete Rivas*

**Referencias autorizadas** > 68

sociedad de la información

**Programar es crear**  
**El robot defectuoso (CUPCAM 2005, problema D, enunciado)** > 73  
*Manuel Abellanas Oar*

**La casa más grande (CUPCAM 2005, problema B, solución)** > 74  
*Manuel Abellanas Oar, Ángel Herranz Nieva*

asuntos interiores

**Coordinación editorial / Programación de Novática** > 76  
**Normas de publicación para autores / Socios Institucionales** > 77

**Monografía del próximo número: "Web Semántica"**

Simón Neira Dueñas<sup>1</sup>, Felipe Gómez-Pallete Rivas<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Responsable de Sistemas de la Fundación Amancio Ortega; <sup>2</sup> Director General de la Fundación Amancio Ortega

<sneira@faortega.org>, <fgpallette@faortega.org>

# Una iniciativa de modernización educativa: el Proyecto Ponte dos Brozos

## 1. Introducción

"Si cambiamos la forma de educar a los niños, de enfrentarlos con la vida, quizá cambiaremos el mundo. Los métodos tradicionales son absurdos". Estas recientes palabras Rita Levi-Montalcini, premio Nobel de Medicina, constituyen un buen resumen de la apuesta que está haciendo la Fundación Amancio Ortega con el proyecto *Ponte dos Brozos*. Pues, en efecto, el fin inmediato de esta experiencia piloto es contribuir a la modernización de los métodos de trabajo que se emplean en nuestras aulas.

Y lo hacemos de una de las muchas maneras posibles. Nuestra acción consiste en servir de **punto** entre los métodos pedagógicos y los nuevos recursos didácticos que proporcionan los continuos avances tecnológicos en materia de tratamiento y comunicación de información (figura 1). Quizá no sea ésta la mejor de las vías posibles, pero estamos convencidos de que desempeñar el papel de puente entre la Pedagogía y la Tecnología es una vía de acción que se sitúa en el núcleo mismo del un cambio de ciclo histórico cuyo calado nos apasiona: El que se está produciendo entre un orden industrial que agoniza y la emergente sociedad de la información y el conocimiento.

Tecnología y pedagogía son factores, no sumandos, del necesario proceso de renovación de nuestro sistema de enseñanza, dentro y fuera de las aulas. Porque el fallo o anulación de cualquiera de estos dos factores conduce al fracaso, esto es, al cero absoluto, y no a un éxito aminorado por la inexistencia de uno de los sumandos.

**Resumen:** se describen las soluciones técnicas que la Fundación Amancio Ortega ha adoptado para desarrollar un proyecto de cambio docente en tres centros educativos públicos de Arteixo (A Coruña). Este proyecto es de carácter piloto o experimental. Por ello, el resultado final que la Fundación proporciona a la sociedad con este proyecto es un modelo de modernización educativa (en sus aspectos técnicos, organizativos y económicos) que resulta replicable por cualquier administración pública u organización privada.

**Palabras clave:** cambio docente, cambio social, educación, nuevas tecnologías, pedagogía, tecnología portátil.

Por atractiva que resulte la presencia de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en los colegios, la urgente renovación de los métodos pedagógicos no debe quedar relegada a un segundo plano. El éxito radica en el acompasamiento entre ambos ingredientes del **"cambio docente", cambio que entendemos no como una meta sino como un proceso de mejora continua.**

Cualquier pretensión de establecer una jerarquía (primero la tecnología; después la pedagogía, o viceversa) empobrece las posibilidades que se abren cuando se acepta la dependencia 'circular', es decir, en ambos sentidos, entre ellos. Pues tanto uno como otro constituye, por sí solo, una condición necesaria -- mas no suficiente -- en los procesos de modernización educativa.

## 2. Señas de identidad del Proyecto Ponte dos Brozos

Los **proyectos de innovación social** que acomete la Fundación se caracterizan por un conjunto de señas de identidad que, para el caso concreto que nos ocupa, resumimos en los siguientes términos.

Al tratarse el Proyecto Ponte dos Brozos de una actuación en centros escolares del sistema público de enseñanza, la Fundación hubo de recabar la colaboración de las autoridades educativas del Gobierno Autonómico de Galicia. Este es el **primer** rasgo de la experiencia que es menester resaltar: Se trata de una actuación que se desarrolla en la tierra común que delimitan (a) la iniciativa privada y (b) la administración pública.

La Fundación Amancio Ortega cree en la enorme fertilidad que presenta esta fórmula.

La capacidad de innovación de la **iniciativa privada** puesta al servicio de los organismos a los que confiamos la administración de la **cosa pública**. Pues la co-operación así entendida entre lo privado y lo público no es sinónimo de privatización ni tampoco de lo contrario. Antes bien, provocar las sinergias entre ambos ámbitos es una de las fórmulas de desarrollo social más prometedoras dentro de la corriente de globalización que el mundo está experimentando.

El proyecto de modernización educativa del que se da cuenta en este capítulo goza de una **segunda** seña de identidad: La firme convicción de sus promotores sobre el determinante papel de modernización que desempeña la incorporación de las tecnologías de información y comunicación en todos los órdenes de la vida y, en particular, en el ámbito escolar.

La utilización de estas tecnologías se convierte en una poderosa herramienta de cambio; de cambio de actitudes, de cambio de procesos, de mejora, en el caso concreto del Proyecto Ponte dos Brozos, de la eficacia y la eficiencia de lo que acontece en el aula, que no es otra cosa que el proceso de aprender interpretado a diario por ambos agentes, el maestro y el alumno.



Figura 1. El puente como símbolo.



El fin inmediato de esta experiencia piloto es contribuir a la modernización de los métodos de trabajo que se emplean en nuestras aulas



El tercer rasgo de la experiencia piloto que se describe en estas páginas ya ha sido anunciado: se trata de una experiencia 'piloto', es decir, de una iniciativa con vocación de ejemplo. La Fundación Amancio Ortega cree en el valor del ejemplo, es decir, en el valor que para el conjunto de la sociedad tiene hacer algo, y hacerlo bien, para, una vez demostradas su viabilidad y su utilidad, donar a la sociedad, por así decirlo, los derechos de autor, el *copyright*, el 'prototipo' construido.

No es viable acometer la modernización del sistema educativo en su conjunto. Con el grado de complejidad que ha adquirido el mundo, este enfoque no es posible. Por eso, según el viejo dicho, pensamos globalmente (porque el mundo ya es global), pero actuamos localmente, haciendo verdad nuestras ideas en-un-caso-concreto, de forma que podamos demostrar con los hechos que, si ha sido posible hacerlo una vez, puede hacerse ciento, y cada vez a menor coste y en menos tiempo. No de otra forma se puede hoy aspirar a arreglar "los grandes problemas de nuestro tiempo".

El compromiso adquirido por la Fundación Amancio Ortega con la sociedad al poner en

marcha del Proyecto Ponte dos Brozos no fue el de solucionar los problemas del conjunto del sistema educativo público en Galicia.

El compromiso fue mucho más modesto y, por tanto, mucho más viable y creíble: predicar con el ejemplo actuando, *de la A a la Z*, en centros públicos reales, concretos, para que esta experiencia piloto pueda servir de guía al conjunto del sistema educativo.

En la figura 2 se expone, con un mayor grado de detalle, el marco conceptual a que acabamos de referirnos. En ella puede apreciarse la Estructura de Medios y Fines en cuyo contexto se sitúa el Proyecto Ponte dos Brozos.

Los recursos de Capital fueron aportados por el fundador, lo que hace de la Fundación Amancio Ortega una fundación personal, no de empresa. Por este motivo, el Proyecto Ponte dos Brozos, al igual que cualquiera otra iniciativa promovida por esta institución, no cabe ser interpretado como una acción en favor de la imagen de una entidad mercantil, sino como expresión de la vocación de mecenazgo y filantropía del fundador.

La asignación de recursos está siempre orientada a la organización de las actividades necesarias para el correcto desarrollo del proyecto de que se trate en cada caso. Este otro rasgo operativo hace que la Fundación Amancio Ortega deba ser considerada como una *fundación de servicios*, y no como una *fundación de financiación*, según el modelo más extendido en nuestro entorno.

Como puede deducirse de las representaciones gráficas anteriores, la forma en que la Fundación Amancio Ortega "*afecta sus medios a la consecución de fines de interés general*" (según la definición al uso de toda institución de carácter fundacional) se aparta del modelo tradicional. Al tratarse de una fundación de servicios que opera por proyectos, esta Fundación no emprende actividades que, con probada solvencia, vienen realizando otras fundaciones de reconocido prestigio, como por ejemplo: programas de becas, organización de eventos culturales, elaboración y publicación de informes, etcétera.

### 3. Las TIC como medio hacia el cambio pedagógico

Pedagogos de todo el mundo a lo largo de la historia han formalizado numerosos métodos educativos muy interesantes y muy diferentes a los utilizados habitualmente. Nos referimos a los métodos que implican profundos cambios, además de en la forma de trabajar, en el papel del profesor, en el del alumno e incluso en el papel que interpretan las familias. Constructivismo, aprendizaje por proyectos, aprendizaje basado en problemas, etcétera son las palabras y los conceptos clave.

Los pedagogos creen ciegamente en las ventajas de estos no tan nuevos métodos: Comprensión real de lo que se aprende, pensamiento crítico, confianza, creatividad, trabajo en equipo... pero siempre a lo largo de la historia se han topado con la dificultad que tiene la mayoría de los maestros para llevarlos a la práctica en el aula. Son métodos que requieren de un gran esfuerzo y muchísimo tiempo por parte de profesores y alumnos. Este hecho, junto con la alta densidad y tamaño de los temarios que se deben cubrir a lo largo del curso, hace en muchos casos inviable y utópica la aplicación de estos métodos.

Pero la llegada de las nuevas tecnologías está cambiando este panorama. La informá-

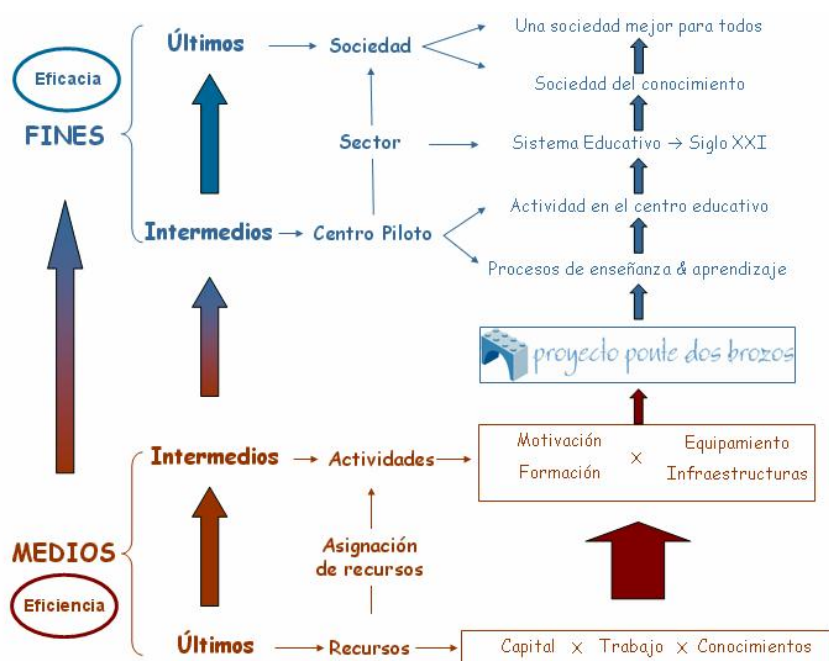


Figura 2. El Proyecto Ponte dos Brozos en la Estructura de Fines y Medios.





Figura 3. El Rincón del Ordenador.

tica está incorporando al trabajo diario un alto componente de rendimiento que empieza a hacer viable realizar estas tareas pedagógicas modernas que tanto esfuerzo dan con los medios tradicionales.

Hay que darse en cuenta que, por ejemplo, en un simple ordenador portátil disponemos en cualquier momento, y en cualquier lugar del mundo, de la mayor biblioteca del mundo (Internet), de línea directa con el profesor y los compañeros para el intercambio de conocimiento, de todo el material creado por el alumno, por los profesores y por los compañeros, y de potentes y efectivas herramientas de creación, presentación e intercambio de conocimientos.

Las nuevas tecnologías pueden servir, pues, como una herramienta para poder enseñar de una manera diferente, y por ello, en el Proyecto Ponte dos Brozos vemos en éstas un medio, jamás un fin: **no pretendemos que se enseñe informática en las aulas; pretendemos que se enseñe mejor gracias a la informática.**

En los próximos puntos de este artículo veremos de qué modo se ha decidido integrar las nuevas tecnologías en el aula como medio hacia al cambio pedagógico.

#### 4. Aspectos tecnológicos preliminares

En el aspecto técnico, el Proyecto Ponte dos Brozos se ha basado en diversas experiencias que ya están funcionando con éxito. Para ello se han analizado y visitado diversos centros educativos de España, resto de Europa y Estados Unidos de América donde no sólo se han valorado aspectos técnicos como las tecnologías empleadas, la facilidad de despliegue y administración, y coste económico. Se han valorado también asuntos mucho más importantes como el grado de aceptación y uso de las tecnologías empleadas por parte de profesores y alumnos, así como la adecuación de estas tecnologías para aportar un cambio pedagógico. De este estudio preliminar se han obtenido diversas conclusiones:

La primera de ellas es que el sistema debe ser

lo más flexible posible para el usuario. "Cada maestrillo tiene su librillo" y por ello, a diferencia de los entornos empresariales, aquí cada profesor o alumno tiende a utilizar su propio modelo de hardware y software, y por tanto es inútil acordar entre toda la comunidad escolar el uso de ciertos programas, aparatos hardware o recursos web predeterminados. Internet y la comunicación entre profesores de todo el mundo promueven la descarga, intercambio e instalación de nuevos programas todos los días que se prueban para su posible uso en el aula.

Dispositivos como grabadoras de CDs, memorias USB, cámaras digitales de vídeo y fotografía, medidores de parámetros físicos conectados a puertos serie, pizarras táctiles y cañones de vídeo son también ampliamente utilizados a diario. La descarga, instalación, configuración y uso continuo de todas estas herramientas software y hardware son siempre realizadas por los propios profesores y alumnos, y por esta razón se han descartado tecnologías como los *Thin Clients/Terminal Servers* o las numerosas distribuciones Linux "Live" que requieren de un gran esfuerzo y nivel de conocimientos para instalar y configurar nuevo software o dispositivos.

Una segunda conclusión nos habla de la estandarización de las tecnologías empleadas. El intercambio de información y material educativo entre profesores de un mismo centro o de cualquier otro del mundo a través de Internet, Intranets o medios físicos es una realidad diaria y constante. Para que haya entendimiento entre todas las partes se utilizan formatos, herramientas y protocolos estándar y populares a escala mundial que todo el mundo puede leer y modificar. Documentos MSWord, HTML, Excel, PowerPoint y PDF. Imágenes JPG, archivos de sonido mp3, archivos de vídeo MPG, AVI o WMV, correo electrónico SMTP, listas de correo, mensajería instantánea comercial, actividades Clic y HotPotatoes, archivos *flash*, memorias USB, CDs y DVDs, protocolo SMB para el intercambio de ficheros... son ejemplos de tecnologías estándar y populares que deben ser soportadas si queremos que haya una comunicación fluida entre profesores de todo el mundo de forma que se promueva crear y compartir materiales de aula, además de la formación mutua.

La creación de material digital para las actividades diarias del aula es una labor muy dura si se desea cubrir todo el temario programado. Pero el crear y compartir este material se hace necesario para no tener que duplicar esfuerzos (es muy normal que un maestro de Pamplona aproveche material de aula creado por otro maestro de EE. UU.). De aquí la importancia de estandarizar a nivel mundial los medios de comunicación digitales. Este hecho ha provocado que se

descartasen diversas tecnologías cerradas pero muy abundantes como son las plataformas de *e-Learning* o de publicación de contenidos, que en muy pocos casos llegan a tener éxito.

Otra buena razón para utilizar estas tecnologías de uso corriente es la formación continua: Es bueno que tanto profesores como alumnos dispongan de estas tecnologías en todos los ámbitos de la vida para que de una forma ágil y efectiva estén acostumbrados a manejarlas. Esto significa que el equipamiento que disponen en el centro debe ser similar al que disponen en su casa, en casa de familiares y amigos, en las oficinas, en los ciber-cafés, en los medios de comunicación, en otros centros escolares, en las empresas... Hoy en día en España, y durante los últimos 12 años podemos considerar que esa tecnología es el habitual PC con capacidades multimedia e Internet y Windows como sistema operativo (si estuviésemos en EE. UU. podríamos también hablar de ordenadores Mac).

Para finalizar, hay que destacar la necesidad de introducir la informática en las aulas en vez de crear aulas de informática. Se ha visto que para que la utilización de las nuevas tecnologías repercuta en los aspectos pedagógicos y no se quede en unas meras "clases de informática" es necesario que el acceso a éstas sea constante como una herramienta más del aula. El uso de aulas de informática requiere que el uso de las TIC sea ocasional, con la consecuente pérdida de tiempo en desplazamientos y formación, pérdida de personalización de las configuraciones para profesores y alumnos y, ante todo, una falta de concentración en los aspectos didácticos, pues este carácter ocasional hace que el ordenador y su software capte la atención de los alumnos impidiendo que estos se centren en los contenidos a aprender.

#### 5. La tecnología del Proyecto Ponte dos Brozos vista desde el usuario

Tras analizar las experiencias mencionadas, cogiendo lo que mejor funciona de cada una y desechando lo peor, se decidió proveer a los profesores voluntariamente adscritos al proyecto el siguiente esquema de equipamiento tecnológico:

Para las aulas de **infantil y primer ciclo de primaria (niños de 3 a 7 años)** se han instalado lo que comúnmente se llama "rincón del ordenador" (figura 3). Se trata de dos ordenadores de sobremesa, multimedia conectados a la intranet del centro e instalados en una esquina del aula. Por ellos pasan todos los niños del aula, en grupos de 2, turnándose por tiempos. Normalmente se comparte cada ordenador entre dos chavales de forma que aprenden a autoorganizarse, a compartir y a trabajar en equipo.



Figura 4. Tecnología de 'transición': el AlphaSmart.

Sobre estos rincones los profesores o incluso los propios niños utilizan cierto software que varía en función del profesor o la temática de la clase. Algunos profesores utilizan software educativo comercial que se ajusta a sus necesidades concretas y que ellos mismos han valorado previamente. Otros, al no encontrar soluciones adecuadas a sus objetivos de aula, desarrollan sus propios programas con herramientas de autor como son los populares Clic, Neobook o incluso PowerPoint utilizando aplicaciones de retoque fotográfico, edición de sonido, escáners y cámaras digitales como apoyo. También hay profesores que utilizan programas educativos colgados de Internet a modo de *applets* de Java o Flash. Otros maestros incluso enseñan los primeros pasos a la lectura y escritura utilizando simples procesadores de texto obteniéndose resultados sorprendentes. En esta primera fase de la educación, los objetivos a alcanzar utilizando las nuevas tecnologías incluyen el ejercitar la memoria, visión espacial, lógica, aprender los colores formas, las primeras letras, las primeras sumas...

Al maestro, el acceso a Internet en los ordenadores de su aula le ofrece una ventana a las experiencias realizadas por otros profesores del mundo, de las cuales pueden aprender, así como el acceso a un sinfín de software y material audiovisual que le puede ser muy útil para la elaboración de su propio material de aula. Además, la Intranet del centro permite a los maestros de diferentes aulas compartir sus materiales y conocimientos de forma inmediata.

En un futuro próximo, se pretende también que los profesores se comuniquen por Internet con los padres de los niños utilizando el correo electrónico o simplemente publicando en la página web del centro el material utilizado en el aula o diversas fotografías de lo que se ha hecho en el aula a lo largo de la semana por ejemplo.

En el **segundo ciclo de primaria (8-9 años)** se continúa básicamente con la filosofía de cursos anteriores (rincón del ordenador) aunque se dan ciertos avances hacia lo que será trabajar con tecnología 1:1 (un ordenador por alumno). Esto incluye el uso ocasional del aula de informática, la proyección con un cañón de vídeo para todos los compañeros del aula de actividades realizadas digitalmente por profesores y alumnos y de recursos disponibles en Internet, y la inclusión de una herramienta nueva: El teclado-procesador de textos AlphaSmart (figura 4).

El AlphaSmart es un pequeño teclado con una pequeña pantalla LCD que cumple la misión de procesar textos. La idea es ser una introducción al ordenador portátil, herramienta que los niños utilizarán en los próximos cursos. Esto se debe a que los niños de estas edades son todavía muy pequeños para hacerse cargo de un ordenador portátil.

El Alphasmart, por el contrario, le ofrece una herramienta similar, mucho más sencilla de manejar, más ligera, más barata y más resistente a caídas. Además, cubre uno de los principales objetivos de aula de estas edades, como es aprender a redactar textos, de una forma excelente según hemos visto en

experiencias de EE.UU. e Inglaterra. Incluso los alumnos se llevan estos teclados a la biblioteca donde recaban datos a modo de investigación, y luego, una vez de vuelta en la clase, los vuelcan al ordenador del aula a través del puerto USB en cualquier procesador de textos donde lo mejoran y maquetan. En el CEIP Ponte dos Brozos existen 2 carritos compartidos de 30 AlphaSmart cada uno que se distribuyen por las aulas en función de las necesidades.

A partir del **tercer ciclo de primaria (10-11 años)**, se abandona el rincón del ordenador y el uso rotatorio de éste para introducimos de lleno en la tecnología 1:1. Está demostrado que introducir en las aulas una tecnología 1:1 de uso diario ayuda a provocar el cambio docente, uno de los objetivos del proyecto. El instalar ordenadores fijos en los pupitres es una opción, pero resta a los alumnos visibilidad, espacio de trabajo, y no facilita la movilidad ni el trabajo en equipo. Además requiere una fuerte estructura de cableados de datos y alimentación eléctrica. La alternativa que se utiliza en el Proyecto Ponte dos Brozos son los ordenadores portátiles conectados a la red del centro con tecnología inalámbrica. Gracias a ellos la disposición del aula puede cambiar favoreciendo el trabajo en equipo y el uso de nuevas metodologías pedagógicas.

Con ellos, los alumnos no sólo resuelven de forma digital ejercicios propuestos en páginas web, actividades Clic o HotPotatoes. También los portátiles son una fuente de investigación gracias al acceso a Internet y a contenidos colgados por profesores u otros alumnos en la web del centro o en los servidores de ficheros. La creación de material por parte de los alumnos fruto de la investigación previa es otro punto fuerte de los ordenadores portátiles. Herramientas como los procesadores de texto, las hojas de cálculo, y los programas de edición de presentaciones del estilo de MS Powerpoint ofrecen un gran rendimiento para la creación de trabajos. Esto, junto con la versatilidad del portátil para trabajar en cualquier lugar, la



Figura 5. Carros móviles para portátiles de aula.





Figura 6. Niños preparando presentaciones en equipo con sus portátiles.

eficacia de las comunicaciones vía correo electrónico, mensajería instantánea o servidor de ficheros, hace que se favorezca el trabajo en equipo y se facilita el seguimiento y tutoría continua por parte del maestro. Presentar, compartir y debatir los contenidos digitales creados por los alumnos a raíz de sus investigaciones iniciales son tareas que se realizan con cañones de videos, publicaciones en páginas web, así como con simples listas de correo.

Puesto que para estas edades la responsabilidad de tener un portátil es muy grande, se ha decidido que los portátiles queden en el centro y sean propiedad del centro. Los ordenadores portátiles se almacenan en unos carros metálicos, provistos de ruedas, con estantes y enchufes que se llevan de aula en aula en función de las necesidades (figura 5). Cada carrito almacena 25 equipos cuyas baterías son recargadas en conjunto una vez termina la clase.

Para **Secundaria, Bachillerato y Formación profesional (alumnos a partir de 12 años)** se continúa con la filosofía comentada en los párrafos anteriores. El ordenador portátil se utiliza como herramienta integradora de actividades de investigación, creación, exposición, comunicación y debate (en definitiva, de aprendizaje – figura 6) sólo que en estas edades los alumnos llevan consigo los portátiles a sus casas al terminar las clases. Esto permite a los alumnos trabajar y continuar con el proceso de aprendizaje a cualquier hora y en cualquier lugar: En el aula, en estudios de campo, en la biblioteca, en el recreo, en casa, en el autobús, en las vacaciones,... Las fronteras físicas y temporales desaparecen gracias a esta herramienta.

Otra ventaja de estas herramientas son las posibilidades creativas y de exploración ilimitadas que ofrecen. Estas son capaces de motivar y atraer a cualquier alumno, incluso a esos alumnos hiperactivos que normalmente fracasan en la escuela.

Para facilitar el acceso de los alumnos y sus familias al portátil se ha diseñado un procedimiento que consiste en lo siguiente. La Fundación Amancio Ortega concede una **primera** subvención por valor del 50% del precio de los equipos para todas las familias incorporadas al programa y que quieran acceder a un portátil para sus hijos. Para el 50% restante que deben abonar las familias, el Ayuntamiento de Arteixo dispone de una subvención adicional. La cuantía de esta **segunda** subvención la determina el Ayuntamiento en función de sus propios criterios de baremación. La cantidad restante no cubierta por ambas subvenciones - y que representa por término medio el 25% del precio del equipo - es la que tienen que abonar las familias.

Por último, las familias pueden contar, además, con una **tercera** ayuda económica gracias al programa de financiación que ofrecen las entidades financieras que, de forma desinteresada, colaboran en el proyecto: Banco Pastor, Banco Gallego y Caixa Galicia. Esta ayuda es en forma de un crédito al 0% de interés, que se paga en cuotas mensuales. El número de cuotas y la cuantía dependen del tiempo de escolarización del alumno.

La Fundación, el Ayuntamiento y las entidades de crédito coordinan de forma permanente sus respectivos recursos y métodos de trabajo con el fin de que ningún alumno quede excluido de este programa por razones económicas.

Este programa de subvenciones y créditos va mucho más allá de las ventajosas condiciones económicas de que pueden disfrutar los padres. Al principal logro de este programa solemos referirnos mediante la expresión 'hacer comunidad', una dimensión del Proyecto Ponte dos Brozos de la que nos sentimos especialmente orgullosos. Pues el programa es el resultado de haber conseguido aunar los esfuerzos de instituciones tan dis-

pares como un ayuntamiento, dos bancos, una caja de ahorros, una fundación, los equipos directivos de dos institutos de titularidad pública, un fabricante de ordenadores, los alumnos y, claro está, sus familias.

## 6. Otro equipamiento

A parte de los ordenadores integrados en las aulas y de los portátiles personales de profesores y alumnos, en los centros están disponibles otros equipos para uso de profesores y alumnos, como por ejemplo: impresoras láser de red instaladas en zonas comunes como bibliotecas o salas de profesores, ordenadores multimedia con potencia extra, capturadoras de video y grabadoras de CDs/DVDs para realizar tareas multimedia complejas como puede ser la elaboración de documentales en video digital, impresoras en color de inyección de tinta, escáneres, cañones de video, pizarras digitales interactivas, cámaras de video y fotografía digital (figura 7).

## 7. Profundizando: la red

La red informática que cubre los tres centros que componen el campo de experimentación del Proyecto Ponte dos Brozos no difiere mucho de cualquier entorno empresarial.

Todos los equipos sobremesa están interconectados entre sí a través de una red conmutada FastEthernet con cableados de cobre de categoría 5e. En cada aula de Infantil y Primaria residen 4 bocas de red más otra cerca del techo para conectar un punto de acceso a la red inalámbrica. Puesto que en Secundaria, Bachillerato y Ciclos Formativos no se utilizan apenas ordenadores de sobremesa en estas aulas, sólo está disponible una única boca para un punto de acceso.

Los edificios distantes dentro de un centro están interconectados entre sí por fibras multimodo a través de canalizaciones subterráneas. De esta manera, los centros próximos entre sí están interconectados por fibras monomodo para compartir servidores y CPDs de forma que se ahorra en gastos y esfuerzo de administración del sistema.

Los centros de proceso de datos (CPD) de cada centro (o de un grupo de centros que están próximos entre sí) cuentan con un *rack* que incluye un lote de servidores protegidos por un SAI. Hasta él llega la conexión a Internet ofrecida a los centros por la Consellería de Educación de la Xunta de Galicia (ADSL 2Mbps). A pesar de que, como hemos visto en el primer apartado, los equipos clientes de la red son Windows, los servidores instalados son GNU/Linux Debian que, a pesar de su compleja instalación y configuración inicial, ofrecen de cara a una implantación masiva en muchos centros gran facilidad de replicación, administración remota a base de *scripts*, seguridad y estabilidad.



Privacy) y se ha optado por utilizar el sistema WPA (*Wi-Fi Protected Access*) autenticando contra un servidor Radius y utilizando para ello el nombre de usuario y contraseña del usuario en la red. WPA tampoco es 100% segura, así que habrá que estar atentos a los futuros estándares que vayan apareciendo para solucionar estas debilidades.

### 8. Mantenimiento

Un entorno tecnológico como el del Proyecto Ponte dos Brozos donde, hasta la fecha de hoy, está informatizado un total de 8 edificios con más de medio millar de equipos informáticos y un millar de usuarios (que seguirá creciendo) no difiere mucho del entorno tecnológico de una gran empresa.

Para mantener todas estas infraestructuras hace falta un gran esfuerzo organizativo entre todos los miembros de la comunidad escolar: Profesores, padres y alumnos en cooperación con el equipo informático de la Fundación Amancio Ortega. La delimitación de las responsabilidades es importante:

Por una parte la Consellería de Educación e Ordenación Universitaria de la Xunta de Galicia es responsable de mantener el acceso a Internet operativo en el centro así como de la administración del router, del servidor centralizado de cuentas de correo electrónico y de la plataforma de publicación de contenidos.

Un equipo de informáticos compuesto por profesionales de la Fundación Amancio Ortega, del Ayuntamiento de Arteixo y de empresas externas se dedica al mantenimiento primario de infraestructuras TIC de forma remota: esto incluye electrónica de red, puntos de acceso, y servidores. Además, un informático itinerante soluciona problemas hardware y software que el propio personal del centro educativo no pudo solucionar, en cooperación con el servicio técnico de los suministradores de equipos.

Sin embargo, sobre los propios profesores y alumnos recae la mayor parte del trabajo de mantenimiento. Hay que darse cuenta que una red de estas características, donde todo el mundo tiene privilegios de administrador sobre su equipo, donde se instalan y desinstalan programas o hardware a placer, y donde el equipamiento está en manos de niños y jóvenes, hay un alto riesgo de problemas software de toda clase, incluyendo virus y sistemas operativos desestabilizados.

Para ello en cada centro existe un profesor (con conocimientos técnicos básicos y la ayuda del personal técnico de la Fundación Amancio Ortega) que coordina a un grupo de alumnos aficionados a la informática que en su tiempo libre (mayormente recreos y

horas libres) se dedican a solucionar problemas de profesores y alumnos compañeros: desde ofrecer ayuda sobre el uso de una aplicación de ofimática, hasta realizar reinstalaciones y configuraciones de sistema operativo pasando por ser punto de contacto con el servicio técnico del proveedor de ordenadores.

Una herramienta indispensable para realizar un mantenimiento eficaz de una red tan grande y propensa a problemas como ésta es el servidor de imágenes de disco duro.

En nuestro caso se utiliza Rembo.com. Al mínimo problema de inestabilidad en el sistema operativo o en su configuración, el ordenador se reinstala y configura con una imagen-maqueta en cuestión de minutos a través de la red.

Varias veces a lo largo del curso escolar se generan ordenadores modelo con el software que los usuarios utilizan más habitualmente en sus versiones más modernas y actualizadas, así como todos los últimos parches y *service packs* del sistema operativo.

Las imágenes de los discos duros de estos ordenadores son guardadas en un servidor y transmitidas a cualquier ordenador que tenga problemas a través de la red. Incluso en situaciones extremas en los que todos los ordenadores tienen un problema (como un ataque de un virus), estas imágenes se pueden transmitir en paralelo a todos los ordenadores utilizando *multicast*. De esta manera tendríamos reparados todos los ordenadores en cuestión de minutos.

Para evitar pérdida de datos en este proceso, es responsabilidad del usuario el hacer copia de seguridad en el servidor de disco de todos sus datos personales. En los ordenadores sobremesa se hace de forma automática utilizando perfiles de usuario. También es responsabilidad del usuario el reinstalarse todo aquel software no habitual que no está contenido en las imágenes oficiales del centro.

### 9. El Proyecto Ponte dos Brozos en cifras (mayo de 2005)

- 3 centros:
  - CEIP Ponte dos Brozos (Infantil y Primaria).
  - IES de Pastoriza (E. S. O.).
  - IES de Sabón (Bachillerato y Ciclos Formativos).
- 130 profesores.
- 1.600 alumnos.
- 1.300 hogares.
- 105 ordenadores sobremesa (*125 previstos para 2007*).
- 355 ordenadores portátiles (*1.000 previstos para 2007*).

- 16 servidores.
- 32 puntos de acceso WiFi.
- 17 impresoras en red.
- 20 proyectores de video (*30 previstos para 2007*).

Ratios en las aulas donde está funcionando el proyecto:

- Ordenadores/profesores = 1:1
- Ordenadores/alumnos Infantil y 1<sup>er</sup> Ciclo Primaria = 1:12
- Ordenadores/alumnos 2<sup>o</sup> y 3<sup>er</sup> Ciclo Primaria = 1:2
- Ordenadores/alumnos Secundaria = 1:1
- Ordenadores/alumnos Bachillerato = 1:1
- Ordenadores/alumnos Ciclos Formativos = 1:1

**Nota:** no se incluyen aulas de informática de los centros ni los ordenadores de administración.