

**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), organización que edita también la revista REICIS (Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software). **Novática** co-edita asimismo 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/reicis/> >
- < <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, AIZ, ASTIC, RITSI e Hispalinux, junto a la que participa en Prolnova.

**Consejo Editorial**

Joan Batlle Montserrat, Rafael Fernández Calvo, Luis Fernández Sanz, Javier López Muñoz, Alberto Libel Balloni, Gabriel Martí Fuentes, Josep Moias i Bertran, José Onofre Montes Andrés, Olga Pallás Codina, Fernando Piña Gómez (Presidente del Consejo), Ramon Puigjaner Trepal, Miquel Sarries Griño, Adolfo Vázquez Rodríguez, Asunción Yturbe Herranz

**Coordinación Editorial**

Llorenc Pagés Casas <pages@ati.es>

**Composición y autedición**

Jorge Llácer Gil de Rameles

**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**

**Acceso y recuperación de la información**

José María Gómez Hidalgo (Opennet), <jmgomez@yahoo.es>

Manuel J. María López (Universidad de Huelva), <manuel.maria@diesta.uhu.es>

**Administración Pública electrónica**

Francisco López Crespo (MAE), <flc@ati.es>

**Arquitecturas**

Enrique F. Torres Moreno (Universidad de Zaragoza), <enrique.torres@unizar.es>

Jordi Tubella Morgadas (DAC-UPC), <jordit@ac.upc.es>

**Análisis STIC**

Marina Touriño Troitiño, <marinatourino@marinatourino.com>

Manuel Palao García-Suelto (ASIA), <manuel@palao.com>

**Base de datos**

Isabel Hernando Collazos (Fac. Derecho de Donostia, UPV), <isabel.hernando@ehu.es>

Elena Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara), <edavara@davara.com>

**Expediente Universitario de la Informática**

Cristóbal Paraja Flores (DSIC-UPM), <cparaja@si.upm.es>

J. Angel Velázquez Irujibe (DLSI, URJC), <angel.velazquez@urjc.es>

**Entorno digital personal**

Andrés Marín López (Univ. Carlos III), <amarin@it.uc3m.es>

Diego Gachet Páez (Universidad Europea de Madrid), <gachet@uem.es>

**Estándares Web**

Encarna Quesada Ruiz (Virati) <encarna.quesada@virati.com>

José Carlos del Arco Prieto (TOP Sistemas e Ingeniería) <jcarco@gmail.com>

**Basión del Conocimiento**

Juan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young), <juan.baiget@ati.es>

**Informática y Filosofía**

José Ángel Olivas Varela (Escuela Superior de Informática, UCLM) <joseangel.olivas@uclm.es>

Kerim Gherab Martin (Liverpool University) <kgherab@gmail.com>

**Informática Jurídica**

Miguel Chover Sellés (Universitat Jaume I de Castellón), <chover@lsi.uji.es>

Roberto Vivó Hernández (Eurographics, sección española), <rvivo@dstc.upv.es>

**Ingenuidad del Software**

Javier Dolado Cosin (DLSI-UPV), <dolado@si.uh.es>

Daniel Rodríguez García (Universidad de Alcalá), <daniel.rodriguez@uah.es>

**Inteligencia Artificial**

Vicente Botti Navarro, Vicente Julián Inglada (DSIC-UPV) <vbotti@inglada@dsic.upv.es>

**Información Persona-Computador**

Pedro M. Latore Andrés (Universidad de Zaragoza, AIPO) <platore@unizar.es>

Francisco I. Gutierrez Vela (Universidad de Granada, AIPO) <fgutierrez@ugr.es>

**Lenguaje e Informática**

M. del Carmen Ugarte García (IBM), <cuarte@ati.es>

**Lenguajes Informáticos**

Oscar Belmonte Ferrández (Univ. Jaime I de Castellón), <belfern@lsi.uji.es>

Inmaculada Coma Tatay (Univ. de Valencia), <inmaculada.coma@uv.es>

**Lingüística computacional**

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo), <xgg@uvigo.es>

Manuel Palomar (Univ. de Alicante), <mpalomar@dlsi.ua.es>

**Mundo estudiantil y jóvenes profesionales**

Federico G. Mon Trotti (RITSI) <gnu.fede@gmail.com>

Mikel Salazar Peña (Área de Jóvenes Profesionales, Junta de ATI Madrid), <mikelbo\_uni@yahoo.es>

**Profesión Informática**

Rafael Fernández Calvo (ATI), <rfcalvo@ati.es>

Miquel Sarries Griño (Ayto. de Barcelona), <msarries@ati.es>

**Redes y servicios informáticos**

José Luis Marzo Lázaro (Univ. de Girona), <joseluis.marzo@udg.es>

Juan Carlos López López (UCLM), <juancarlo@uclm.es>

**Seguridad**

Javier Arellano Bertolin (Univ. de Deusto), <jarellito@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), <galtonso.puente@dit.upm.es>

**Software Libre**

Jesus M. González Barahona (GSYC-URJC), <jgb@gsyc.es>

Imel Herráiz Tabernera (UAX), <isra@herraiiz.org>

**Tecnología de Objetos**

Jesus Garcia Molina (DS-UM), <jmolina@um.es>

Gustavo Rossi (LIFIA-UNLP, Argentina), <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

**Tecnologías para la Educación**

Juan Manuel Doboero Beardo (UC3M), <doboero@inf.uc3m.es>

César Pablo Córcoles Brinco (UOC), <ccorcoles@uoc.edu>

**Tecnologías y Empresa**

Didac López Viñas (Universitat de Girona), <didac.lopez@ati.es>

Francisco Javier Cantais Sánchez (Indra Sistemas), <fjcantais@gmail.com>

**Tendencias tecnológicas**

Alonso Alvarez García (TID), <aad@tid.es>

Gabriel Martí Fuentes (Interbits), <gabi@atinet.es>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <aguayo.guevara@cc.uma.es>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <aguayo.guevara@cc.uma.es>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <aguayo.guevara@cc.uma.es>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <aguayo.guevara@cc.uma.es>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <aguayo.guevara@cc.uma.es>

**TIC y Turismo**

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga) <aguayo.guevara@cc.uma.es>

**editorial**

**2008-2011: tres años en la vida de ATI**

> 02

**Actividades de ATI**

**Reunión de ATI con una delegación china del CIE**

> 03

**Ramon Puigjaner investido doctor honoris causa por la Universidad de Asunción**

> 04

**XII Edición de las Jornadas de Innovación y Calidad del Software**

> 04

**Noticias de CLEI**

**Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI 2010)**

> 05

**monografía**

**Visión por computador**

(En colaboración con UPGRADE)

Editores invitados: *Didac López Viñas, Marc Bigas Bachs, Viktu Pons Colomer, László Szirmay-Kalos*

**Presentación. Visión por computador: Imaging Revolution**

> 08

*Didac López Viñas, Marc Bigas Bachs, Viktu Pons Colomer, László Szirmay-Kalos*

**Oclusión ambiental e iluminación indirecta basada en GPU**

> 10

*Balázs Tóth, Tamás Umenhoffer, László Szirmay-Kalos, Mateu Sbert*

**Percepción tridimensional, midiendo la realidad**

> 17

*Joaquim Salvi*

**Tecnologías 3D: Una mirada al futuro**

> 19

*Entrevista a Steve Schklair*

**Renderización no fotorealística en cinematografía**

> 22

*Tamás Umenhoffer, László Szécsi, Milán Magdics, Gergely Klár, László Szirmay-Kalos*

**De la creatividad a la Multimedia: Los "Serious Games"**

> 29

*Oscar García Pañella, Emiliano Labrador Ruiz de la Hermosa,*

*Anna Badía Corrons, Pau Moreno Font*

**20.000 fotografías bajo el mar**

> 33

*Rafael García*

**Los inicios del entorno WEB 3D**

> 35

*Jordi Llord*

**secciones técnicas**

**Entorno Digital Personal**

**Integración de servicios inteligentes de e-salud y acceso a la información para personas mayores**

> 37

*Diego Gachet Páez, Diego Expósito, Juan Ramón Ascanio, Rafael García Leiva*

**Estándares Web**

**Orinoco Framework: publicación, composición y ejecución de Servicios Web en ambientes GRID**

> 40

*Keyris Kiss, Eduardo Blanco, Yudith Cardinale*

**Mundo estudiantil y jóvenes profesionales**

**Kora: Control de entorno adaptable mediante dispositivos móviles**

> 48

*Jose Alcalá Correa*

**CasualServices: Busca y comparte tus servicios favoritos**

> 51

*Daniel Martín Yerga*

**TBO: Editor sencillo de cómics para GNOME**

> 54

*Daniel García Moreno*

**Visualizando los resultados de búsqueda a través de Visuse**

> 56

*José Luis López Pino*

**WikiUNIX: Tutorial en formato wiki sobre sistemas operativos Unix con plataforma de prueba**

> 58

*Noelia Sales Montes*

**Aprendizaje y prototipado con microcontroladores utilizando Curuxa**

> 61

*Adrián Bulnes Parra*

**Cañafote: Redes de sensores basados en placas Arduino**

> 63

*Álvaro Neira Ayuso*

**Tivion: Un simple reproductor de streaming para TV y radio online**

> 65

*Ángel Guzmán Maeso*

**Referencias autorizadas**

> 67

**sociedad de la información**

**Programar es crear**

**Sudoku (Competencia UTN-FRC 2009, problema B, solución)**

> 74

*Julio Javier Castillo, Diego Javier Serrano*

**Mi número de Erdos (enunciado)**

> 76

*Mi número de Erdos (enunciado)*

**asuntos interiores**

**Coordinación Editorial / Programación de Novática / Socios Institucionales**

> 77

**Monografía del próximo número: "Internet de las cosas"**

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. **Novática** permite la reproducción, sin ánimo de lucro, 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. 914029391; fax. 913093685 <novatica@ati.es>

**Composición, Edición y Redacción ATI Valencia**

Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia

Tfn./fax. 963330392 <secreval@ati.es>

**Administración y Redacción ATI Cataluña**

Via Lalestania 46, ppal. 1º, 08003 Barcelona

Tfn. 934129235; fax. 934127713 <secrecat@ati.es>

**Redacción ATI Aragón**

Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza

Tfn./fax. 976235161 <secreara@ati.es>

**Redacción ATI Andalucía**

Redacción ATI Andalucía <secreand@ati.es>

**Redacción ATI Galicia**

Redacción ATI Galicia <secregal@ati.es>

**Suscripción y Ventas**

<http://www.ati.es/novatica/interes.html>, ATI Cataluña, ATI Madrid

**Publicidad**

Padilla 66, 3º, dcha., 28006 Madrid

Tfn. 914029391; fax. 913093685 <novatica@ati.es>

**Imprenta:** Derra S.A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona

**Deposito legal:** B 15.154-1975 -- ISSN: 0211-2124; CODEN NOVATEC

**Portada:** La mirada circular - Concha Añes Pérez / © ATI

**Diseño:** Fernando Agresta / © ATI 2003

Adrián Bulnes Parra

Ingeniero Técnico Electrónico por la Universidad de Oviedo; Ganador del IV Concurso Universitario de Software Libre en la categoría "Innovación"

<urriellu@curuxa.org>

# Aprendizaje y prototipado con microcontroladores utilizando Curuxa

## 1. Introducción

Curuxa es un proyecto de hardware libre que ha sido desarrollado con la intención de ofrecer las herramientas suficientes para que puedan ser utilizadas para el aprendizaje electrónico, así como para la programación de microcontroladores, con el fin de implementar prototipos de dispositivos electrónicos de diversos tipos. Para ello, se han desarrollado un conjunto de circuitos electrónicos modulares basados en componentes comunes, baratos y fáciles de conseguir por cualquier persona, que se publican en el sitio web del proyecto [1] junto con sus esquemas electrónicos, explicaciones de funcionamiento, listas de materiales, distribución de componentes, fotografías de construcción, código de ejemplo, etc., y cuyos microcontroladores pueden ser programados de manera sencilla gracias a las herramientas de software ofrecidas libremente como parte del propio proyecto.

Estos circuitos modulares pueden utilizarse para construir una gran cantidad de aplicaciones reales. Participantes de talleres robóticos, aficionados que deseen desarrollar prototipos de dispositivos electrónicos, alumnos de institutos o ingenierías, o cualquier persona interesada en construir casi cualquier circuito electrónico de manera simplificada, todos ellos pueden beneficiarse de Curuxa. Actualmente existen productos comerciales con objetivos similares, pero la inmensa mayoría están orientados de manera comercial. En cambio, Curuxa es totalmente libre y orientado a que sean los propios usuarios quienes construyan, prueben, programen y decidan la manera en que van a utilizar cada uno de los módulos, de manera que puedan aprender exactamente cómo funcionan todos los circuitos a nivel electrónico, y por supuesto puedan decidir ellos mismos el comportamiento de la aplicación que deseen construir, desde robots simples, relojes, y juegos de luces, hasta robots de competición, aplicaciones médicas, o casi cualquier circuito que los usuarios deseen implementar.

El proyecto está dividido en dos tipos de circuitos electrónicos, las Placas Principales y los Módulos, así como en un conjunto de herramientas de software que simplifican la programación de las Placas Principales.

## 2. Placas Principales

Todas las aplicaciones que los usuarios de-

**Resumen:** Curuxa es un proyecto de hardware libre modular educativo que ofrece a los usuarios un conjunto de módulos electrónicos y herramientas de software para construir multitud de aplicaciones electrónicas y robóticas.

**Palabras clave:** educación, electrónica, hardware libre, microcontroladores, robótica.

### Autor

**Adrián Bulnes Parra** es Ingeniero Técnico Electrónico por la Universidad de Oviedo, actualmente estudiando un Máster en Ingeniería Mecatrónica en Besançon (Francia) y Karlsruhe (Alemania). Ganador del IV Concurso Universitario de Software Libre como "Mejor Proyecto Innovador" con su proyecto Curuxa. Trabaja habitualmente en proyectos independientes de software y hardware libre que son publicados en el sitio web <<http://urriellu.net>>.

seen desarrollar requieren un "cerebro" que reciba las señales de los sensores, las procese de la manera necesaria, y devuelva señales de control al resto del circuito.

Para realizar dicha tarea se ofrecen las Placas Principales: circuitos electrónicos que contienen un microcontrolador capaz de ser programado desde un ordenador, así como un conjunto de conectores que permiten la transmisión de datos con el resto de módulos electrónicos y la alimentación de todo el circuito.

Actualmente en sitio web de Curuxa se encuentran disponibles cuatro Placas Principales que los usuarios pueden seleccionar según las características necesarias en la aplicación que esté siendo desarrollada. Desde un pequeño modelo de tan solo 2.0x2.8cm, hasta una gran placa a la que pueden conectarse hasta 36 Módulos (ver **figura 1**).

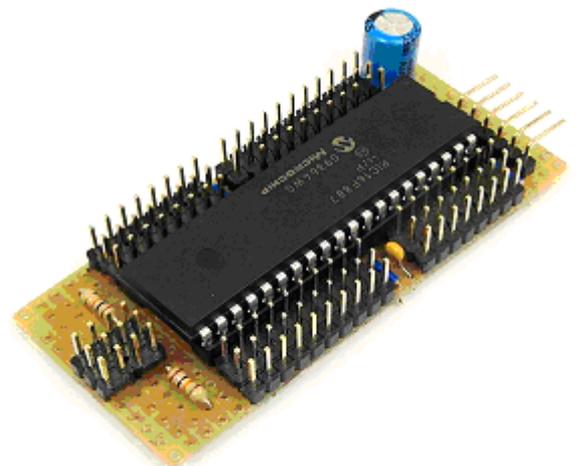
Junto con cada Placa Principal, los usuarios tienen a su disposición de manera totalmente libre sus esquemas electrónicos completos, diagramas de distribución de componentes para poder construir el circuito, fotografías de su construcción, y código fuente de ejemplo para que, una vez construida la placa, pueda probarse su correcto funcionamiento de manera sencilla y, al mismo tiempo, sirva como ejemplo para la aplicación que el usuario necesite desarrollar.

Todas las Placas Principales se basan en una serie de estándares internos que todas ellas compar-

ten, de manera que todos los Módulos pueden utilizarse en cualquier Placa Principal, y todas las Placas Principales pueden programarse utilizando el mismo programador, o alimentarse utilizando la misma fuente de alimentación. Además, todos los microcontroladores han sido seleccionados de manera que ofrezcan una cantidad considerable de funciones (temporizadores, conversor analógico-digital, protocolos de comunicación, osciladores internos, memoria...) sin que por ello requieran un gran desembolso.

## 3. Módulos

Según las funcionalidades que el usuario necesite implementar en su aplicación, éste tiene a su disposición una serie de Módulos electrónicos diseñados para ser conectados a la Placa Principal que esté utilizando. Cada Módulo ofrece una función específica, desde luces y botones, pasando por reguladores de



**Figura 1.** Placa Principal MBP40.

ensión, medidores de distancia y sensores de color, hasta funciones más complejas como controles de motores eléctricos bidireccionales, recepción de señales infrarrojas o comunicación con ordenadores.

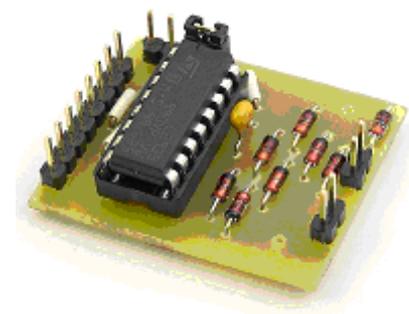
Al igual que las Placas Principales, todos los Módulos pueden ser construidos por los propios usuarios utilizando componentes fáciles de conseguir y baratos. Además, todos ellos pueden ser utilizados junto con cualquier de las Placas Principales.

Los Módulos están organizados no sólo según la función ofrecida, sino según su complejidad, de manera que el usuario pueda seleccionar el Módulo a construir en base a sus propios conocimientos, pudiendo comenzar con el aprendizaje a nivel electrónico y programación de los circuitos más simples, para más tarde comenzar a trabajar en los Módulos más complicados.

Junto con cada Módulo se ofrecen todos los esquemas electrónicos, explicación de su funcionamiento a nivel electrónico, diagramas de cableado para conocer la manera en que debe conectarse a la Placa Principal, fotolitos necesarios en el caso de los Módulos más complejos que deben ser construidos en placas de circuito impreso, y código fuente de ejemplo para al menos una de las Placas Principales de manera que cada Módulo pueda conectarse a ella y sea posible comprobar que el funcionamiento de dicho Módulo es correcto.

Los Módulos, por lo general, se alimentan desde la propia Placa Principal a la cual estén conectados, con la cual se comunican, por lo que no necesitan alimentación externa.

Actualmente se pueden encontrar 12 Módulos distintos disponibles en el sitio web de Curuxa (ver **figuras 2, 3, 4 y 5**), pero el desarrollo de Módulos con nuevas funcionalidades no se ha detenido. Además, los propios usuarios tienen la posibilidad de publicar sus Módulos personalizados para que otros usuarios puedan construirlos de la misma manera.



**Figura 2.** Módulo MC2A para control de motores.



**Figura 3.** Módulo SISW-SPST, un simple pulsador.



**Figura 4.** Módulo SIDST-GP2 medidor de distancia.



**Figura 5.** Módulo CMSP-MAX para comunicarse con Placas Principales con un ordenador.

#### 4. Software

Además de los circuitos electrónicos se ofrecen también un conjunto de herramientas informáticas que facilitan la tarea de desarrollo de programas para los microcontroladores utilizados en las Placas Principales.

Todos los ejemplos de código fuente ofrecidos con cada una de las Placas Principales y Módulos están escritos en lenguaje C, utilizando el compilador libre y multiplataforma SDCC. Tanto los ejemplos como los programas desarrollados por los usuarios pueden utilizar cualquiera de las **librerías** ofrecidas con Curuxa, diseñadas para facilitar las tareas más habituales y repetitivas implementadas en microcontroladores, y para simplificar la recepción y envío de datos entre las Placas Principales y Módulos.

También se ha publicado un **entorno de desarrollo** multiplataforma especializado en Curuxa que permite editar código en lenguaje C y ensamblador, así como compilarlo

y grabarlo en las Placas Principales de manera rápida y sencilla. Además, todos los ejemplos disponibles para cada uno de los circuitos electrónicos pueden encontrarse en este entorno de desarrollo fácilmente, y pueden servir como base para las aplicaciones desarrolladas por los usuarios.

Los usuarios de Linux y otros sistemas basados en Unix que prefieran utilizar la consola en lugar de entornos gráficos también tienen a su disposición un conjunto de **comandos** que, al igual que el entorno de desarrollo, simplifican en gran medida todo el proceso de compilación, grabación y ejecución de código.

#### 5. Comunidad

Los usuarios pueden **publicar sus dispositivos** construidos utilizando las Placas Principales y Módulos en la Comunidad de Usuarios de Curuxa [2]. En la actualidad se encuentran publicados circuitos tales como robots siguelíneas, robots de ocho patas, un POV para "dibujar" texto o imágenes en el aire utilizando unos pocos LEDs, un electro-oculógrafo para detectar la dirección en que un paciente está mirando con sus ojos, un robot controlado por ordenador y desde un teléfono móvil, etc.

Todas estas aplicaciones incluyen una lista de las Placas Principales y Módulos utilizadas en cada proyecto, así como documentación sobre su funcionamiento y utilidad, fotografías de su construcción y código fuente completo de los programas para microcontrolador y, en caso de que sean necesarios, para ordenador. De la misma manera, ciertos usuarios han desarrollado sus propios Módulos personalizados, que ofrecen funcionalidades distintas a los Módulos oficiales de Curuxa, los cuales también se encuentran disponibles en la Comunidad de Usuarios.

Curuxa, al ser un proyecto totalmente abierto y orientado al aprendizaje, es una solución ideal para organizar clases, seminarios y actividades similares. Por ejemplo, en la actualidad se está desarrollando la segunda edición de los **Talleres de Robótica** organizados por la Rama de Estudiantes del IEEE de la Universidad de Oviedo, en los cuales los más de 50 participantes que han tomado parte hasta la fecha, a partir de los componentes electrónicos más básicos, construyen totalmente desde cero sus propios robots capaces de realizar diversas funciones, al tiempo que personalizan y aprenden cómo funcionan.

#### Referencias

- [1] Curuxa. Sitio web oficial del proyecto. <<http://curuxa.org>>
- [2] Curuxa Community Site. Comunidad de usuarios. <<http://community.curuxa.org>>
- [3] Blog de desarrollo de Curuxa. <<http://blog.curuxa.org>>