

Butiá: Robótica educativa en Uruguay.

Aylen Ricca¹, Rodrigo Dearmas¹

¹Facultad de Ingeniería - Universidad de la República, Uruguay.

{aricca,dearmas}@fing.edu.uy

Resumen. *El uso de robots como elemento didáctico en el aula ha dejado de ser una utopía, existen muchas tecnologías que han logrado reducir la brecha tanto económica como de accesibilidad a las mismas. Esto ha sido uno de los pilares del Proyecto Butiá, que plantea la creación de un kit robótico, educativo, constructivo, de bajo costo, siendo un proyecto libre y construible con herramientas hogareñas utilizando componentes asequibles en el medio local.*

1. Introducción.

En la actualidad, la facilidad de acceso a diferentes tecnologías en el aula permite a educadores y educandos tener al alcance de la mano diferentes recursos tecnológicos con los cuales trabajar; sin embargo, según lo expuesto por diferentes educadores casi siempre terminan en la búsqueda de información o en el mejor de los casos en algún tipo de trabajo colaborativo en las computadoras. Si bien este tipo de actividades utiliza la tecnología, consideramos que la misma tiene más potencial. A nivel mundial, desde la década del setenta la robótica despierta interés en los aportes que puede realizar a los procesos educativos. Surge así una nueva área de estudio, la Robótica Educativa:

“disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología” [Ruiz-Velasco 2007].

Para contar con un ambiente propicio en el cual desarrollar el potencial didáctico de la Robótica Educativa es necesario un ambiente rico en tecnologías. Sin embargo, lograr esto requiere de una inversión monetaria y además replantea el modelo de educación tradicional, obligando a los educadores a formarse para utilizar estas tecnologías.

En este documento se pretende exponer al proyecto Butiá como experiencia de aplicación del modelo de robótica educativa como facilitador del aprendizaje, que se presenta como un desarrollo abierto de un ambiente rico en tecnología y de reducido costo. Se abarcará además su historia, desarrollo, ejemplos de uso exitosos y trabajos a futuro.

2. Proyecto Butiá.

El proyecto Butiá plantea como objetivo crear una plataforma robótica simple, la cual ponga al alcance de estudiantes escolares y liceales las herramientas necesarias para interiorizarse con la programación de comportamientos en robots. Trata de ampliar las capacidades sensoriales y de actuación de una computadora transformándola en una plataforma robótica móvil. Actualmente, la implementación 2.0, denominada SAM¹ se distribuye en formato de kit, con un set de sensores y piezas de acrílico que permiten ubicar dichos sensores en distintos puntos de la plataforma móvil.

El proyecto Butiá fue desarrollado para que agregar nuevos sensores o actuadores a la

¹SAM. Proviene de la lengua charrúa, significa 2 y es la versión actual del proyecto.

plataforma sea sencillo, abriendo la posibilidad a que usuarios interesados en el hardware sean capaces de implementar fácilmente sus propios sensores y actuadores. Incluso el diseño industrial del robot es abierto y pensado para ser realizado con materiales reciclados o de bajo costo.

En el desarrollo de la plataforma Butiá SAM se tuvieron en cuenta algunos objetivos particulares, que merecen cierta consideración:

- Utilizar materiales disponibles en el mercado local y brindar la posibilidad de construcción manual o con herramientas hogareñas, para reducir el costo de la misma,
- lograr compatibilidad mecánica y electrónica con otros kits robóticos comerciales presentes en el mercado e instituciones de enseñanza pública de Uruguay,
- brindar soporte a nuevos lenguajes de programación.

3. Fundamento.

En el desarrollo del Proyecto Butiá se han tenido en cuenta dos aspectos, que se consideran fundamentales en el contexto uruguayo.

3.1. Robots accesibles para todos.

Para lograr ambientes ricos en tecnología, indudablemente se necesita una inversión monetaria. Para sobrellevar esto último surgen diferentes estrategias, obtener sponsors privados o públicos, uso compartido de las tecnologías (laboratorios robóticos de robots móviles), bajar los costos en las tecnologías utilizadas, entre otros. En la línea de bajar los costos surgen diferentes proyectos alrededor del mundo, entre ellos: Ícaro, Multiplo, HackerHAND, Chiara² y Butiá [Butiá].

3.2. Tecnologías Abiertas.

La mayoría de los proyectos anteriormente mencionados se basan en la utilización de hardware y software abierto. Ver los códigos fuentes, diagramas y esquemáticos de los diferentes componentes de determinado proyecto puede incentivar a los usuarios a involucrarse con el mismo, dejando a un lado el rol de mero usuario para pasar a ser un desarrollador del mismo, y pudiendo colaborar directamente en el desarrollo de las tecnologías así como construir su propio hardware. Claramente esto último genera una mejor apropiación de la tecnología. Además del desarrollo por sí mismo, la mayoría de los proyectos de Hardware y Software Abiertos tienen una comunidad de usuarios predispuesta a ayudar en cualquier momento con cualquier inconveniente que surja.

4. Historia.

Desde el año 2007, el grupo de investigadores MINA (Network Management and Artificial Intelligence) del instituto de Computación de la Facultad de Ingeniería comenzó a idear un kit robótico que pudiera adaptarse a la realidad del Uruguay y ser utilizado por los estudiantes y docentes de liceos públicos del país. En 2008 se presenta la propuesta para financiación y en 2009 la ANII [ANII] y la unidad de extensión de Facultad de Ingeniería lo financian. Culminando ese año, surge la idea de utilizar el gran poder de cómputo de las computadoras XO [XO], las cuales estaban siendo entregadas a todos los estudiantes de escuelas públicas del país como parte de la implementación del proyecto OLPC [OLPC] en Uruguay, Plan Ceibal [Ceibal]. Estas computadoras se transforman, a partir de la plataforma del kit, en robots móviles.

En 2010 se repartieron 27 plataformas robóticas a liceos escogidos por el Consejo de

²Proyectos robóticos libres. <http://sistema-icaro.blogspot.com> - http://multiplo.org/whats_multiplo - <http://hackerhand.com> - <http://chiara-robot.org>

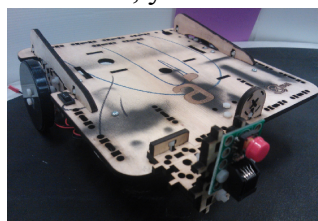
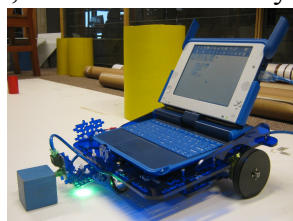
Educación Secundaria de forma que hubiera una en cada departamento. Durante ese año y el 2011 se enfatizó en desarrollar el software y se brindaron talleres por todo el país, además se realizó mantenimiento y actualización de los robots ya distribuidos. En el año 2012 se contó con la financiación de ANEP y en el marco del evento PROCENCIA se distribuyeron 20 plataformas más. Ese mismo año se firma un acuerdo con ANTel para desarrollar la plataforma Butiá SAM. En julio de 2013, con la financiación de ANEP nuevamente y ANTel, se distribuyen 40 plataformas robóticas de la versión SAM. Sumando los robots entregados y aquellos construidos por particulares, se llega a un número aproximado a 100 robots Butiá distribuidos en todo el país.

4.1. Hardware y Software.

El kit Butiá posee una API en Python para poder interactuar con el mismo. En particular, para trabajar con estudiantes de primaria y primeros años de secundaria se utiliza TurtleBots [TurtleBots], software desarrollado a partir de TurtleArt [TurtleArt], ambos son lenguajes de programación gráficos e intuitivos, utilizando bloques encastrables. Turtlebots propone un juego de paletas con bloques específicos para programar robots, que permite controlar diferentes kits robóticos como Butiá, Lego NXT, Arduino y Lego WeDo. Además se desarrollaron plugins para utilizar la cámara de un notebook como sensor.

En lo que respecta al hardware, la placa de control que utiliza, USB4butiá [USB4butiá], fue totalmente desarrollada en Facultad de Ingeniería, así como también los sensores y el controlador de motores. El método de conexión de los sensores a la plataforma se realiza mediante cable UTP. Se hace énfasis en que la construcción de la placa puede ser realizada a mano y que todos sus componentes son de fácil acceso en el mercado.

En Uruguay, el costo es de U\$S 150 aproximadamente, pero puede bajar si cambiamos el acrílico por madera, utilizando motores y ruedas reciclados, y realizando la placa de control a mano.



5. Butiá y la sociedad.

5.1. La robótica educativa como facilitador del aprendizaje.

Basados ampliamente en lo que plantea Papert, con su visión del aprendizaje, a la que llamó “*Construccionismo*” [Papert], y que Ruiz-Velasco [Ruiz-Velasco 2007] resumió como “*Constructivismo + Tecnología = Construccionismo*” es que se cree que la robótica educativa es un facilitador del aprendizaje.

Las características principales de la robótica son la multidisciplinaridad y la polivalencia. Es decir, en el trabajo con robótica continuamente se está aplicando conceptos de física, matemáticas y lógica, entre otros. La polivalencia se visualiza en el hecho de que los conocimientos adquiridos y las soluciones generadas pueden ser utilizadas en distintos ámbitos.

Edgar Morin plantea que “*nuestros conocimientos, son cada vez más especializados y fragmentados, mientras los problemas a los que debemos enfrentarnos, son cada vez más complejos y globales*” [Morin 1999] problemática a la que contribuye el sistema educativo por los métodos usados en nuestros días, que “*con sus divisiones en ciencias y humanidades, con sus*

departamentos cerrados y sus disciplinas aisladas, desde la misma primaria, tienden a aislar los objetos de su entorno” y totalmente contrario a lo que plantea el uso de la robótica.

5.2. Talleres y cursos.

Se han realizado más de 90 talleres de robótica y armado de robots en escuelas, liceos y clubes de niños³. Además se han escrito publicaciones científicas⁴ para diferentes eventos. Se han brindado charlas motivacionales y de difusión del proyecto en Uruguay, Argentina, Brasil y Estados Unidos.

La actividad que más convocatoria tiene son los talleres de robótica, presentados en dos módulos, expositivo y trabajo con los kits. El primer módulo tiene una duración de una hora en la cual el tallerista presenta no sólo el proyecto, sino también conceptos fundamentales de robótica, centrándose en la robótica autónoma móvil; esta instancia es utilizada para homogeneizar los conocimientos de los estudiantes en el área y presentar a su vez las herramientas con las que se trabajará en el siguiente módulo, en particular, se expone la plataforma Butiá, abarcando tanto el hardware que la conforma como la herramienta a utilizar para programar el robot, TurtleBots. El módulo de trabajo con los kits involucra la presentación de un desafío medido en dificultad para ser resuelto por grupos de 4 o 5 estudiantes con un robot Butiá, la propuesta intenta poner en evidencia los conocimientos previos que los estudiantes tienen, y que la aplicación de los mismos surja como búsqueda de la solución de la propuesta. Los desafíos en concreto varían desde lograr simples movimientos con el robot, utilizar sensores para seguidores de línea y evitadores de obstáculos, hasta resolver complejos desafíos presentados en el sumo.uy [sumo.uy].

Los robots son entregados en comodato a un año, con la condición de que se utilicen y se documenten en la wiki del proyecto las experiencias y conocimientos obtenidos.

Además, junto a la entrega del robot se realiza una capacitación de 25 horas, en las cuales se enseña a usar las paletas de TurtleBots relacionadas al robot butiá, se expone el tema de robótica educativa, se dan ejemplos de desafíos a proponer en el aula, se ensambla el robot y por último se resuelven los desafíos planteados en la etapa anterior. Por último para completar esta capacitación, los docentes deben entregar una planificación de clase utilizando el robot.



Figura 1. Talleres realizados con niños en edad escolar (izquierda) y con docentes de secundaria (derecha).

Con estos talleres consideramos que se logra lo planteado por Pitti, Curto y Moreno en materia de robótica educativa:

“El propósito de la robótica educativa no es necesariamente enseñar a los estudiantes a convertirse en expertos en robótica, sino más bien su objetivo es favorecer el desarrollo de competencias que se consideran esenciales en el siglo XXI: autonomía, iniciativa, responsabilidad, creatividad, trabajo en equipo, autoestima e interés por la investigación.”
[Pitti-Curto 2010]

³www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butia/mediawiki/index.php/Talleres_y_charlas

⁴www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butia/mediawiki/index.php/P%C3%A1gina_principal#Publicaciones_cient.C3.ADficas

5.3. Apropiación de la tecnología.

Un estudio, parte de una investigación realizada por Cesáreo Morales Velásquez [Morales 1999] *“ha señalado que las dificultades más significativas que encuentran los profesores son: escasa información sobre las posibilidades de esta tecnología, dependencia de los técnicos, tendencia a la producción individual del material didáctico –con el consecuente aislamiento al preparar e impartir las clases–, falta de incentivos para el cambio, falta de infraestructura y escasez de material didáctico”*.

Como se expuso anteriormente, uno de los pilares más importantes del Proyecto Butiá es ser un totalmente Libre, en el cual se promueve e incentiva al público en general a reproducir su propio Butiá. Para lograr esto, los integrantes del proyecto mantienen actualizada una wiki, un repositorio en sourceforge, actividades en sugarlabs y una lista de correos. Cabe destacar que el grupo de desarrollo es abierto y cualquier persona puede involucrarse activamente en el mismo. En la web se encuentran los últimos planos y esquemáticos así como tutoriales para armar y programar el robot desde cero. En sourceforge está el código fuente de todo el proyecto, abarcando firmware del microcontrolador empleado y software desarrollado y mantenido por el equipo, a saber, TurtleBots, FollowMe, Firmware Update Activity, ChangeID, Butialo.

A continuación se exponen ejemplos vinculados al proyecto que desde nuestro punto de vista sortean las dificultades planteadas por Cesáreo Vázquez son:

- Vi.Pa [ViPa 2012]: Proyecto llevado a cabo por jóvenes del Liceo Villa del Carmen en el cual lograron replicar su Butiá reciclando materiales de desecho tecnológico y que luego participaron en el evento sumo.uy del 2012.
- Butiá Paraguay: En Paraguay, un grupo de jóvenes han armado robots Butiá utilizando materiales que han encontrado en su localidad.
- Física con XO [Física-XO]: Proyecto llevado a cabo por Guzmán Trinidad, quien si bien no utiliza el Robot Butiá en la forma tradicional (como una plataforma móvil), utiliza su placa controladora para realizar experimentos de física con sensores realizados de forma casera.

6. Conclusiones.

Consideramos que el proyecto ayuda a motivar a los niños e interesarse por la ciencia y la tecnología. Si bien no tenemos sistematizadas las actividades, creemos que se logra promover la creatividad, el trabajo colaborativo y la capacidad de resolver problemas.

En lo que respecta al proyecto, es necesario desarrollar una nueva plataforma, que se adapte a la realidad actual, mejorar los manuales y documentación, y por último sistematizar los talleres y diseñar una propuesta de trabajo a partir de los resultados obtenidos de los datos. En estas apreciaciones ya nos encontramos trabajando.

7. Trabajos a futuro.

Si bien el Butiá SAM es un prototipo listo para ponerse en producción a mediana escala, el grupo sigue investigando y desarrollando mejoras a la plataforma, innovando en aplicaciones educativas que puedan utilizarse en el aula. En esta línea, se está trabajando en perfeccionar los existentes y en desarrollar nuevos sensores y actuadores. En el mundo tecnológico en el que nos desenvolvemos actualmente es necesario un replanteo y rediseño del Butiá, considerando para una versión 3.0 la utilización de alguna SBC (del inglés *single board computer*), como BeagleBoard, Raspberry Pi, Adapteva. Asimismo, deberá tener soporte para dispositivos móviles como tablets y smartphones.-

Otra línea de trabajo que se está comenzando y en la cual el proyecto tiene muchas faltas es en la de sistematizar los resultados de todas las actividades realizadas con niños y en base a esos datos intentar sacar conclusiones sobre la modalidad de los talleres, su utilidad y posibles mejoras.

Agradecimientos: Han hecho posible este proyecto, ANII, ANEP (www.anep.edu.uy), Pedeciba (www.pedeciba.edu.uy), Prociencia (www.anep.edu.uy/prociencia/), CES (www.ces.edu.uy), ANTel (www.antel.com.uy), Unidad de Extensión de Facultad de Ingeniería. A los revisores Gonzalo Tejera, Facundo Benavides y Ximena Otegui por los valiosos aportes.

Referencias.

Ruiz-Velasco, E. (2007). 'Educatrónica: innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología'. Buenos Aires: Editorial Díaz de Santos, S.A. Página 113.

Proyecto Butiá (2007). Web del proyecto <www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butia>. Visitado el 25 de agosto de 2013.

Computadora XO. <<http://laptop.org/en/laptop/hardware/index.shtml>>. Visitado el 20 de agosto de 2013.

OLPC, One Laptop Per Child. <<http://laptop.org/en/index.shtml>>. Visitado el 20 de agosto de 2013.

Plan Ceibal. <<http://www.ceibal.edu.uy>>. Visitado el 20 de agosto de 2013.

TurtleArt. <http://wiki.sugarlabs.org/go/Activities/Turtle_Art> Visitado el 25 de agosto de 2013.

Papert, S. (s.f.): '¿Qué es Logo? ¿Quién lo necesita?' <<http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=9&idSubX=288>>. Visitado el 25 de agosto de 2013.

Morin, E. (1999). 'Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.' <<http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001177/117740so.pdf>>. Visitado 25 de agosto de 2013.

TurtleBots. <<https://wiki.sugarlabs.org/go/Activities/TurtleBots>>. Visitado el 25 de agosto de 2013.

Sumo.uy. <www.fing.edu.uy/sumo.uy>. Visitado el 25 de agosto de 2013.

Pittí Patiño, K., Curto Diego, B. y Moreno Rodilla, V. (2010). "Experiencias constructoras con robótica educativa en el centro internacional de tecnologías avanzadas". En De Pablos Pons, J. (Coord.) Buenas prácticas de enseñanza con TIC [monográfico en línea]. Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol.11, nº1. Universidad de Salamanca, p. 310-329. ISSN: 1138-9737 Página 317 <http://revistatesi.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/6294/6307>.

Morales (1999). "Etapas de adopción de la tecnología informática al salón de clases" Ponencia presentada en el 15° Simposio Internacional de Computación en la Educación del 16 al 20 de octubre de 1999 en Guadalajara, Jal. <http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c36,act99,d7.pdf>. Visitado el 26 de agosto de 2013.

Vi.Pa. <<http://www.liceocarmendurazno.blogspot.com/>> Visitado e 26 de agosto de 2013.

Guzman Trinidad - Fisica con XO. <<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=214901&GUID=c2dacbd7-8f43-4adc-a689-09875e85a928>>.