

# Control de LegoNxt desde Squeak

Lic. Gonzalo Zabala

[gonzalo.zabala@vaneduc.edu.ar](mailto:gonzalo.zabala@vaneduc.edu.ar)

Ricardo Morán

[richi.moran@gmail.com](mailto:richi.moran@gmail.com)

Sebastián Blanco

[sebastiangabrielblanco@gmail.com](mailto:sebastiangabrielblanco@gmail.com)

Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática

Facultad de Tecnología

Universidad Abierta Interamericana

TE / FAX: (5411) 43015240

**Abstract:** De los diversos kits educativos para la enseñanza de la robótica, la última versión de Lego, Lego Nxt, es la que proporciona mayor versatilidad a un costo razonable para instituciones educativas de nivel medio y universitario. Entre otras ventajas, tiene la posibilidad de comunicarse vía bluetooth, lo que permite un control remoto sumamente eficaz. Hasta el momento, no se han desarrollado herramientas educativas que permitan vincular una interfaz amigable con dicho control remoto. En este paper presentamos un primer modelo desarrollado en Squeak que permite el control de robots en forma inalámbrica, con una interfaz gráfica amigable, y con un conjunto de herramientas de bajo nivel que abre las puertas a futuro a desarrollos más complejos en este campo.

**Keywords:** robótica educativa, Squeak, Lego Nxt, entorno de objetos, morphs, bluetooth.

## 1. Introducción

Tanto Squeak como los kits de robótica de Lego tienen grandísimas posibilidades en el campo educativo y es allí donde más se han desarrollado.

Squeak es una implementación open-source de Smalltalk, el primer ambiente de objetos puro. Fue pensado desde el principio como un laboratorio donde expresar ideas, como una herramienta que potencie la creatividad y la imaginación. Grandes proyectos han surgido de ello (ejemplos sobran, sólo para citar algunos: Croquet<sup>1</sup>, Etoys<sup>2</sup>, Scratch<sup>3</sup>, Sophie<sup>4</sup>, Skeleton<sup>5</sup>, ODEco<sup>6</sup>). Sin embargo, desde el punto de vista pedagógico, existe la limitación de estar trabajando en un universo virtual accesible sólo a través de la computadora. Los kits educativos de Lego, por el contrario, permiten construir (literalmente) ideas y plasmarlas en forma de robots reales que realicen una determinada tarea. Queda claro entonces el inmenso valor pedagógico que tiene unir estas dos plataformas: experimentar y crear en un mundo virtual como Squeak, y luego ver dichas creaciones plasmadas físicamente en la vida real, constituye una experiencia pedagógica completa.

## 2. Características de Squeak y Lego Nxt

La última versión de Lego (Nxt) trae ventajas con respecto a sus antecesores, destacándose las siguientes:

---

<sup>1</sup> Croquet: <http://www.opencroquet.org>

<sup>2</sup> Etoys: [http://swiki.agro.uba.ar/small\\_land/18](http://swiki.agro.uba.ar/small_land/18)

<sup>3</sup> Scratch: <http://scratch.mit.edu/>

<sup>4</sup> Sophie: <http://www.sophieproject.org/>

<sup>5</sup> Skeleton: <http://languagegame.org:8080/ggame/11>

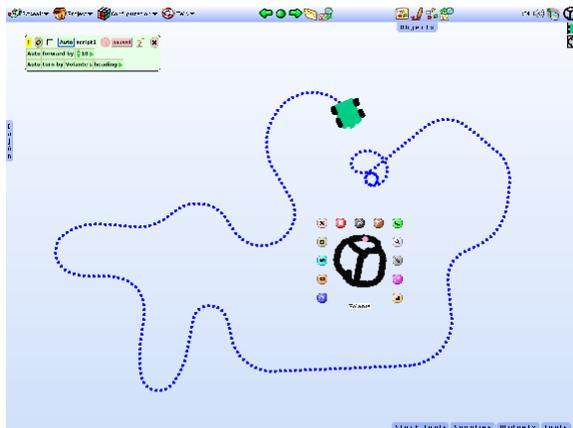
<sup>6</sup> ODEco: <http://languagegame.org:8080/ggame/15>

- Comunicación bidireccional vía Bluetooth: permite un mayor alcance y facilita el control del robot desde la computadora en tiempo real (por medio de Direct Commands) así como la transmisión desde el Nxt hacia la computadora de los datos de los sensores.
- Motores servo: incorporan encoders que miden ángulo de rotación, permitiendo el control del motor con gran precisión.
- Nuevos sensores: (ultrasónico, sonido, tacto, luz, rotación, etc.) Con la posibilidad de añadir sensores de creación propia gracias a que la información del hardware se encuentra disponible.

Por su parte, Squeak posee las siguientes características:

- Conexión por puerto serie: de esta manera podemos comunicarnos con los robots debido a que Windows representa al Bluetooth como un puerto COM.
- Herramientas de programación en objetos: Squeak, como entorno de programación, responde al paradigma de objetos y posee todas las herramientas para hacerlo altamente productivo.
- Posibilidad de desarrollos en prácticamente cualquier área (Internet, sonido, música, gráficos 2D, gráficos 3D, procesamiento numérico, procesamiento de texto, procesamiento de vídeo, simulaciones, etcétera).
- Portabilidad: trabaja sobre una máquina virtual que ha sido portada a casi cualquier sistema operativo.
- Open-source: es completamente abierto, con una comunidad activa, y permite hacer todo tipo de modificaciones en tiempo de ejecución.

Estas características hacen de Squeak un ambiente que potencia la creatividad y la imaginación, y permite al usuario trabajar con completa libertad.



**Figura 1 - Ejemplo de etoy**



**Figura 2 - Croquet**

Gracias a las características anteriormente citadas de ambas plataformas, la conexión entre los dos mundos se ha facilitado. Sin embargo, nos encontramos con algunos inconvenientes: Por alguna razón, Squeak no puede conectarse a puertos COM mayores al décimo (esto está especificado en la máquina virtual y, si bien la modificación es trivial, se decidió no arreglarlo a fin de mantener la compatibilidad con otras versiones). A este problema se suma la ineficiencia de Windows a la hora de administrar los puertos COM libres. Se descubrió que, aún habiéndose liberado los puertos, Windows no refresca el registro, manteniéndolos ocupados, y, por lo tanto, inutilizables. Sin encontrar mejor solución se decidió liberar, cuando fuera necesario, los puertos a mano. Para hacerlo, se deben modificar los valores de la siguiente dirección del registro:

*Mi PC\HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\ControlSet001\Control\COM Name Arbiter\ComDB*

Los puertos se representan con un 1, si están ocupados, y con un 0 si están libres. Así, el valor *1F 00 00 ...*

significa que los puertos 1 a 5 se encuentran ocupados y todos los demás están libres. Es necesario saber qué puertos realmente estoy utilizando, para liberar los otros sin afectar ningún dispositivo en funcionamiento. Seguramente, desde el puerto 6 en adelante podré liberar sin problemas colaterales.

### 3. Desarrollo del núcleo (Core)

El proyecto se organizó en capas para maximizar su reusabilidad. La capa base, el "Core", abstrae todo el protocolo de comunicación con Lego y los comandos primitivos, representando al robot como un objeto capaz de responder mensajes como: #forward, #turn:, etc. Sobre este objeto se desarrollan las demás aplicaciones.

Controlado	Etoy	Fútbol de robots	Otras aplicaciones...
Core			

Básicamente, el Core se compone de una clase, llamada LegoNxt.

Posee dos variables de instancia:

Variable	Descripción
- <b>puerto</b>	Un objeto SerialPort que representa el puerto de comunicaciones entre el Squeak y el Lego.
- <b>miCom</b>	El número de COM por el que está conectado

También responde a un protocolo que facilita el control del robot (así como la conexión). Se presenta aquí de forma resumida:

Métodos	Descripción
<b>#forward:#reverse:</b>	Mueve el robot a una velocidad dada.
<b>#girarIzquierda:#girarDerecha:</b>	Gira a una velocidad dada.
<b>#vl:#vr:</b>	Modifica la velocidad de las ruedas.
<b>#conectar:</b>	Conecta el robot al número de COM dado.
<b>#enviar:</b>	Envía un mensaje al robot con el formato correspondiente al protocolo dispuesto por Lego.

Tomando como base el Core se desarrollaron aplicaciones más amigables para controlar los robots. Algunas de las cuales son: Controlado, Etoy, y Fútbol de robots.

### 4. Desarrollo de otras aplicaciones (Controlado, Etoy y Fútbol de robots)

Controlado es una muy simple aplicación con interfaz gráfica que permite controlar el movimiento del robot con el teclado y con la posibilidad de conectar un joystick.



**Figura 3 – Controlado**

Su única responsabilidad es hacer de intermediario entre el usuario y el LegoNxt.

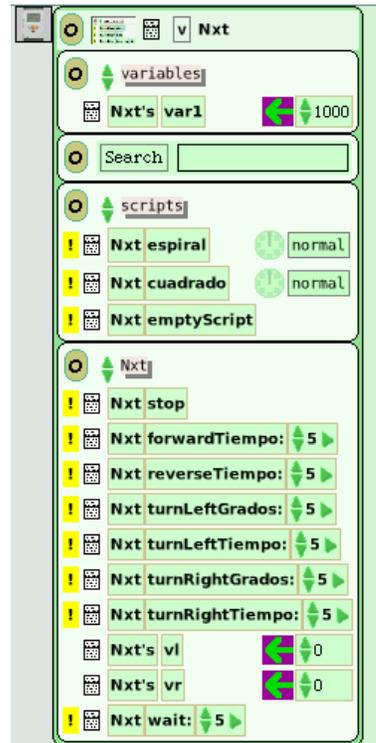
Para usarlo sólo tenemos que conectar un Nxt y elegir para la opción que más nos guste: manejo por teclado o por joystick (si tenemos alguno disponible).

Este proyecto se realizó debido a la necesidad de disponer de una forma fácil y rápida de interacción con los robots, y, dado que permite controlarlos en tiempo real, resultó de mucha utilidad (aparte de ser entretenido).

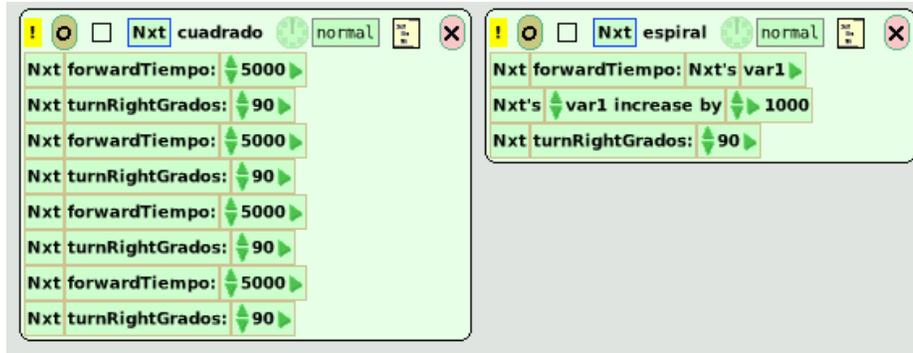
Etoy es una aplicación interesante de las posibilidades educativas de Squeak. Los eToy son pequeños programas "construidos" con cajitas, donde cada cajita representa una instrucción. Esto permite realizar cosas muy interesantes simplemente "ensamblando" cajitas, sin la necesidad de tener conocimientos de programación y en forma muy amena. Los eToy son ampliamente utilizados en ámbitos educativos pues permiten la experimentación por medio de simulaciones por computadora a chicos de edades muy tempranas, quienes en muchos casos asombran a sus maestros con la calidad de los trabajos que realizan. Su uso es muy sencillo: todo objeto gráfico de Squeak (un rectángulo, un círculo, un dibujo, una ventana, etc.) muestra, al hacer click con el botón derecho, un halo con distintas opciones. Entre ellas está el visor, que abre una pestaña con todas las herramientas para poder generar programas arrastrando y soltando las cajitas.

Manteniendo la orientación educativa del proyecto se realizó un eToy capaz de comunicarse con un robot y generar programas que determinen su comportamiento. Algunas de las cajitas que se diseñaron para controlar a los robots son las siguientes:

- **vl/vr**  
Modifica la velocidad de las ruedas.
- **wait:**  
Suspende la ejecución del programa por un tiempo determinado, manteniendo la última velocidad en las ruedas.
- **stop**  
Frena todos los motores.
- **forwardTiempo:/reverseTiempo:**  
Mueve el robot por un tiempo determinado.
- **turnLeftGrados:/turnRightGrados:**  
Gira en un ángulo dado.
- **turnLeftTiempo:/turnRightTiempo:**  
Gira por un tiempo determinado.



Como ejemplo de sus posibilidades de uso se adjuntan las imágenes de dos pequeños programitas "ensamblados" con el eToy. El primero, si se ejecuta una vez, mueve el robot dibujando un cuadrado en el suelo. El segundo (un poco más complejo porque utiliza variables) mueve el robot dibujando una espiral.



Otra aplicación que se desarrolló en base al Core es un framework para la investigación en fútbol de robots. Este desarrollo no se describirá extensamente pues excede los límites de este trabajo.

## 5. Conclusiones

Squeak y Lego son perfectos aliados. Su conjunción representa un cambio y ventaja fundamental en el ámbito educativo. Sin embargo, aún queda mucho por hacer. Entre las cosas que creemos que hacen falta se encuentran:

- terminar la comunicación con los robots a fin de recibir la información que capturan los sensores;
- generalizar tanto el Core como el eToy para cualquier tipo de robot;
- realizar un traductor de Smalltalk a código intermedio de Lego para generar programas directamente en Smalltalk;
- realizar un firmware para el Nxt completamente en Smalltalk a fin de que el Lego interprete código Smalltalk.

## 6. Referencias

1. Squeak: Open Personal Computing and Multimedia, Prentice Hall, 2002.
2. B. J. Allen Conn y Kim Rose, "Powerful ideas in the Classroom", Viewpoints Research Institute, 2003.
3. Diego Gómez Deck y José L. Redrejo Rodríguez, "Squeak en España como parte del Proyecto LinEx", 2003.
4. Stephan Ducasse, "Learning Programming in Squeak", Morgan Kaufman Publisher, 2003.
5. Fernando Fraga y Adriana Gewerc, "Una experiencia interdisciplinar en Ed. Primaria mediante el uso de Squeak", Universidad de Santiago de Compostela, 2004.
6. Ana Pizarro Galán y otros, "Un mundo para aprender", Editorial Editlin, 2005.
7. Gonzalo Zabala, "Squeak, el laboratorio infinito", Revista Novedades Educativas Edición 185, Editorial Novedades Educativas, Mayo 2006.
8. Gonzalo Zabala, "Desarrollo en un entorno educativo de objetos para el control de una interfaz de domótica", Anales de WICC 2007 [668-673], Mayo 2007.
9. The Lego Group, "LEGO MINDSTORMS NXT Bluetooth Developer Kit", 2006.
10. The Lego Group, "LEGO MINDSTORMS NXT Hardware Developer Kit", 2006.