

# Physical Etoys: una herramienta libre para el aprendizaje de tecnología con material concreto

Lic. Gonzalo Zabala†, Ricardo Morán‡ y Sebastián Blanco⌘

*Centro de Altos Estudios en Tecnología Informática*

*Facultad de Tecnología*

*Universidad Abierta Interamericana*

†gonzalo.zabala@vaneduc.edu.ar

‡richi.moran@gmail.com

⌘sebastiangabrielblanco@gmail.com

## Resumen

En los últimos quince años, la educación tecnológica se ha basado esencialmente en la tecnología digital, dejando de lado el uso de material concreto. Aún contando con excelentes simuladores del mundo físico, el trabajo con material concreto permite el desarrollo de estructuras cognitivas que lo digital no ofrece. Además, estos recursos didácticos permiten dinámicas de grupo altamente participativas que aún no han sido alcanzadas por las computadoras presentes en las escuelas.

Lamentablemente, existen a nuestro entender dos dificultades fundamentales para la presencia de estos recursos en el aula. Por un lado, el software es sumamente económico o gratuito para las escuelas. La tecnología física tiene un alto costo y sufre desgastes constantes, lo que obliga a renovar el equipamiento periódicamente. Por otra parte, los docentes no están acostumbrados a trabajar en dinámicas de taller con una metodología de trabajo en grupo participativa, y presentan reparos en el uso de material tecnológico concreto.

Physical Etoys es un desarrollo que tiene como objetivo superar estas dificultades. Permite controlar dispositivos de hardware abierto, o simplemente juguetes de costo medio o bajo, lo que presenta una solución de puesta en marcha inmediata. Además, la plataforma donde se ha implementado, Etoys, es sumamente sencilla y ya tiene muchos años de inserción dentro del ámbito educativo.

**Palabras claves:** Robótica educativa, Etoys, educación tecnológica.

## Motivos para el desarrollo del proyecto

A continuación presentamos los motivos que se nos presentaron para el desarrollo del proyecto

### Fluidez tecnológica

En primer término, en los últimos cincuenta años la tecnología ha tomado una relevancia en nuestras vidas, que hace difícil pensar la vida sin el uso integral de las mismas. Es por este motivo que diversos analistas de la escuela actual, como David Perkins entre otros, consideran que es fundamental la presencia de tecnología en las aulas, y la necesidad de un cambio de perspectiva teniendo en cuenta al alumno más su entorno en su proceso educativo. Es decir, el estudiante ya no es sólo el estudiante: es él más sus recursos tecnológicos. Ya no importa dónde se encuentra el conocimiento sino cómo se accede a él. El problema es que, a pesar de la disminución exponencial de los costos de estos recursos, aún nos encontramos frente a una brecha digital de consideración entre los incluidos y los excluidos del sistema. Brecha que no está dada por el acceso, sino por el uso significativo de la tecnología. Las clases

sociales más desfavorecidas se encuentran distanciadas de las metáforas que proponen las tecnologías actuales. Es por eso que el uso de material concreto para el aprendizaje de tecnología permite salir de este marco y abren nuevas oportunidades conceptuales y de aprendizaje. En síntesis, los niños de todas las clases sociales en sus primeros años de vida juegan con material concreto, y este juego tiene una carga muy profunda de aprendizaje tecnológico. Si mantenemos este perfil en el aprendizaje formal de la tecnología, podremos alcanzar a un mayor número de estudiantes.

### **Tecnología con material concreto**

Además de un mayor alcance social, el material concreto nos permite desarrollar actividades no sólo intelectuales, sino sensoriales, que disminuyen los problemas del pasaje del pensamiento concreto al abstracto. En la experimentación física, el estudiante toma al error como un factor de su aprendizaje, y le permite operar y controlar un conjunto de variables continuas que ningún simulador informático proporciona. Es el mismo mundo real el que define los resultados alcanzados por las experiencias del niño.

Por otra parte, la resolución de situaciones problema con este material, permite el desarrollo del pensamiento sistémico, estructurado, lógico, pero no a partir de premisas o situaciones abstractas, sino desde la solución de problemas concretos.

Linda Williams en su libro “Aprender con todo el cerebro”, propone la realización de actividades con material concreto que genere procesos no sólo en el hemisferio izquierdo del cerebro (altamente potenciado por las actividades cotidianas de la escuela), sino también del hemisferio derecho, lo que permitirá integrar componentes en un todo, con un proceso simultáneo y paralelo, espacial y viso espacial.

### **Transversal y sin diferencia de género**

Como comentamos anteriormente, la tecnología está presente en todas las

actividades de nuestra vida. No es un privilegio de ninguna ciencia o disciplina en particular, ni de ninguna área de trabajo en especial. Por lo tanto, es fundamental que nuestros estudiantes integren el uso de tecnología en todas sus materias, y no simplemente en aquellas donde parece más “natural” su presencia. Para ello, debemos salir del marco tradicional de la enseñanza de tecnología, donde desarrollamos artefactos con un fin en sí mismo, como el robot que sigue líneas, o el aparato que convierte el movimiento circular en movimiento lineal. Debemos realizar proyectos significativos para cada niño, modelar artefactos que utilice el hombre en su vida cotidiana, y que sirvan de excusa como punto de partida, análisis o seguimiento de diversos temas de la currícula. Es habitual que las actividades tecnológicas de este tipo, atraigan más a los niños que a las niñas, por diversas razones culturales que escapan a este artículo. Si somos capaces de proponer el diseño de artefactos de la vida cotidiana (por ejemplo, una mesa para crear vasijas de cerámica, un microondas, un lavarropas, la bailarina de una cajita de música, un molinete), abriremos el juego a la diversidad cultural que tenemos dentro de nuestras aulas.

### **Motivación para el aprendizaje**

Por otra parte, existen diversos estudios que demuestran el impacto motivacional que genera el uso de estos materiales en los estudiantes, habituados a una actividad poco participativa en las aulas. La posibilidad de construir artefactos significativos y de utilidad concreta y el ciclo dinámico y creciente en el aprendizaje que ofrece el ensayo y error, genera en el alumno un profundo interés no sólo en la construcción sino en los contenidos vinculados a la actividad realizada. Es decir, el uso de estos materiales permite dar al contenido curricular, aún en casos de estar menos emparentado con lo tecnológico, un marco de referencia más significativo para el estudiante.

## **Trabajo en equipo**

El desarrollo de estos dispositivos automatizados se hace imposible en forma individual. Es necesario el trabajo en equipo, más allá de la necesidad que se plantea por cuestiones económicas en la compra del equipamiento. Y es muy importante ordenar con roles diferenciados este trabajo en equipo, para que cada uno de los participantes tenga un trabajo específico y concreto dentro de la actividad, desarrollando en cada rol un conjunto de habilidades determinadas. Si dejamos la organización del trabajo en manos de los niños, la misma motivación y ansiedad en ellos genera un caos donde “el más fuerte” terminará usando los materiales, y los demás quedarán como aburridos observadores de las decisiones de su compañero. Por lo tanto, actividades de este tipo nos permiten introducir aprendizajes con respecto al trabajo en equipo y sus roles, la resolución de conflictos, el respeto por las diferencias y la necesidad de escuchar a todos los integrantes. Cada uno de los estudiantes tiene su punto de vista, y atenderlos enriquece lo que estamos realizando. Los roles propuestos están vinculados a la organización del material de trabajo, al proceso constructivo, a la representación del equipo frente al docente y sus compañeros, al desarrollo de informes escritos de la actividad y otros.

## **Hardware libre o de bajo costo y de puesta en marcha sencilla**

Por último, para salvar los problemas que presentamos en el resumen, nos pusimos como meta el desarrollo de una plataforma de software sumamente sencilla, donde no hubiera necesidad de aprender un lenguaje de programación, con un entorno gráfico atractivo y de fácil interpretación. Lamentablemente, el software que cumplía con estas premisas es de alto costo. Por lo tanto, nuestro desarrollo debía ser abierto y libre conservando estas cualidades.

El problema adicional que nos surge es que el costo fundamental de estos proyectos no está en el software, sino en la plataforma de hardware utilizada. Por este motivo hemos decidido realizar la plataforma vinculada a hardware abierto, de bajo costo, o de presencia medianamente masiva en las escuelas del mundo. Es decir, para aquellas escuelas que aún no tienen equipamiento, la propuesta es acercarse a hardware de bajo costo como son las placas Arduino. Y para aquellas que ya cuentan con algún kit o juguete tecnológico, poder enriquecer su uso mediante la programación de los mismos desde nuestra plataforma de software.

## **Características tecnológicas del proyecto**

### **Multiplataforma**

Uno de los objetivos que nos pusimos en el desarrollo del proyecto es la posibilidad de que funcionara tanto en Linux como en Windows. Además, los trabajos realizados también deberían ser portables. Durante el desarrollo también se nos solicitó que funcionara en Sugar, el sistema operativo de las XO, computadoras del proyecto OLPC. Actualmente funciona en un 90% en los tres sistemas, habiendo puesto el acento en que Arduino estuviera presente desde un primer momento.

### **Extensible**

La experiencia que hemos vivido en la comunidad educativa de las TIC, nos sugería que el desarrollo fuera no sólo abierto, sino también extensible en forma sencilla. Las propuestas de hardware para la enseñanza de tecnología surgen diariamente, y queremos facilitar la posibilidad de que cada proveedor de tecnología pueda construir sus herramientas sobre nuestra plataforma. Por este motivo desarrollamos un framework fácilmente extensible con conocimientos básicos de Etoys.

## Por qué Etoys

Etoys, nueva versión de Squeak, es una herramienta educativa para la creación de proyectos multimediales interactivos. Tiene una larga tradición de desarrollo abierto, dado que ha sido creado por el equipo que realizó Smalltalk, Alan Kay y Dan Ingalls entre otros. Además, sus criterios pedagógicos han sido definidos por grandes pensadores de la educación, como Seymour Papert y Jerome Bruner. Es un recurso sumamente efectivo para la enseñanza de matemáticas, ciencias y artes, en un marco de juego y experimentación.

Además, es multiplataforma y se ha convertido en la propuesta didáctica más importante en el mundo OLPC, dado que viene integrado a Sugar desde un primer momento. Detrás de su desarrollo constante está presente una gran comunidad académica, como el MIT, Viewpoints Research Institute, University of Illinois y otros.

## Physical Etoys

### Características generales

Physical Etoys es una herramienta de programación visual que conecta el mundo de las computadoras con el mundo real en el que vivimos. Con Physical Etoys se pueden programar objetos reales (como por ejemplo robots) o se puede sentir el mundo y usar esa información para controlar objetos virtuales (como por ejemplo dibujos en la pantalla).

Todo esto es tan fácil como tomar diferentes “bloques” que representan instrucciones y ensamblarlos formando un guión. No es necesario saber de programación, sólo hay que saber usar el mouse y tener la curiosidad y la mente despierta para explorar el sistema hasta llegar al límite de sus posibilidades.

En líneas generales, Physical Etoys está compuesto por distintos módulos independientes, cada uno encargado de la comunicación y programación de un kit de robótica o tecnología en particular. Aunque estos módulos pueden funcionar en forma separada, la combinación de los mismos tiene como resultado proyectos más interesantes.

Algunos de los módulos que componen a Physical Etoys se listarán a continuación.

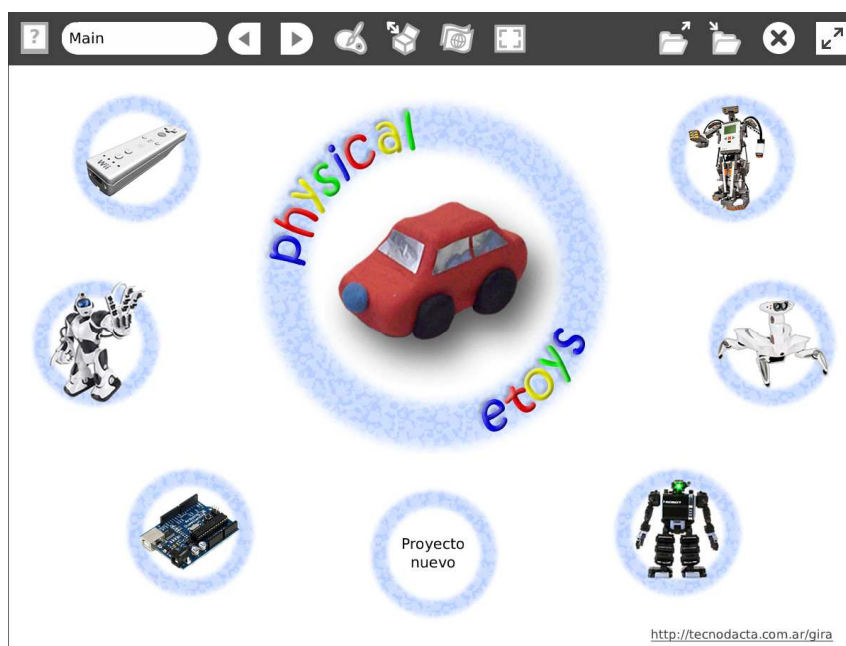


Ilustración 1 - Pantalla principal de Physical Etoys

## Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre basada en una sencilla placa de entradas y salidas. Al tener una filosofía completamente abierta, cualquier docente puede acceder a los diseños y armarse su propia placa (aunque también es posible comprar una placa pre-armada). Asimismo Arduino cuenta con una amplia variedad de ejemplos en internet y de una comunidad abierta a responder preguntas y colaborar en lo que sea necesario. Estas características hacen de Arduino una de las

mejores elecciones al momento de incursionar en la tecnología física.

Si bien el software oficial de Arduino es bastante intuitivo para cualquier usuario no experimentado, todavía depende de un lenguaje de programación “críptico” y de bajo nivel similar al lenguaje C. Physical Etoys facilita la barrera de entrada a los usuarios sin ninguna experiencia de programación al proveer un sistema de programación visual intuitivo pero a la vez muy poderoso.

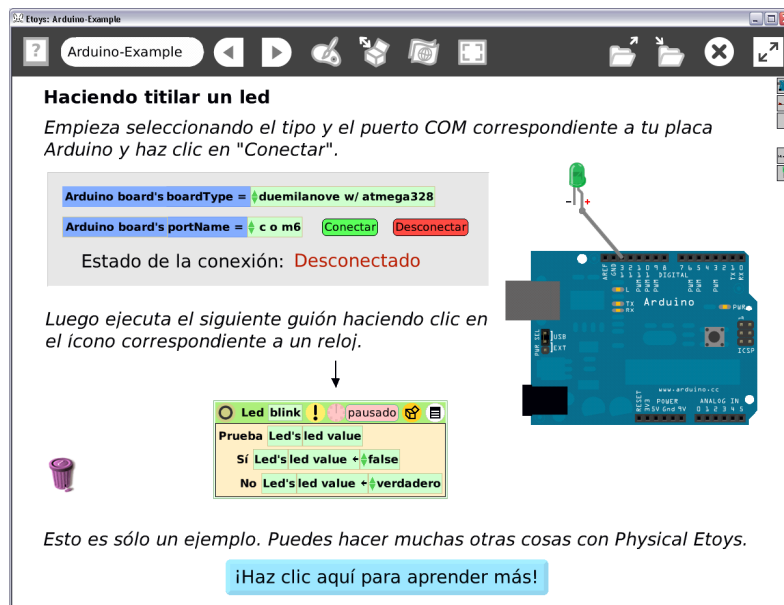


Ilustración 2 - Ejemplo introductorio de Arduino

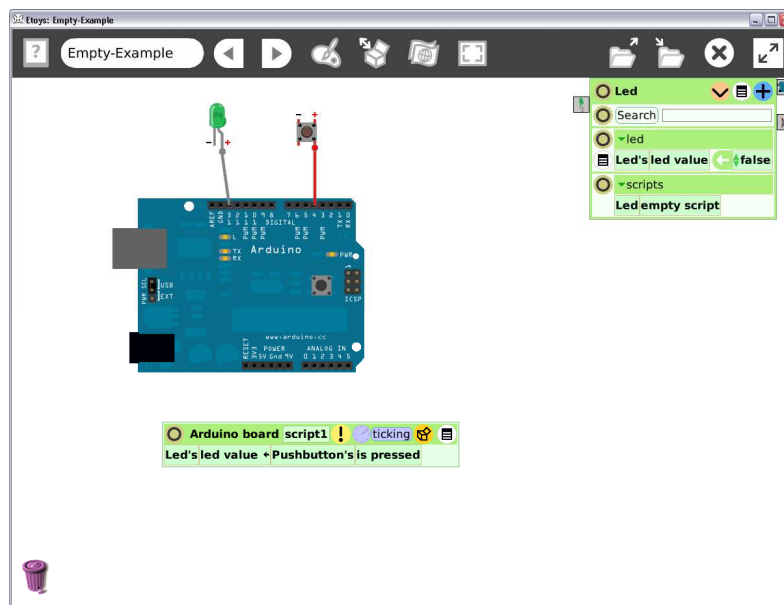


Ilustración 3 - Presionando el botón se prende el led

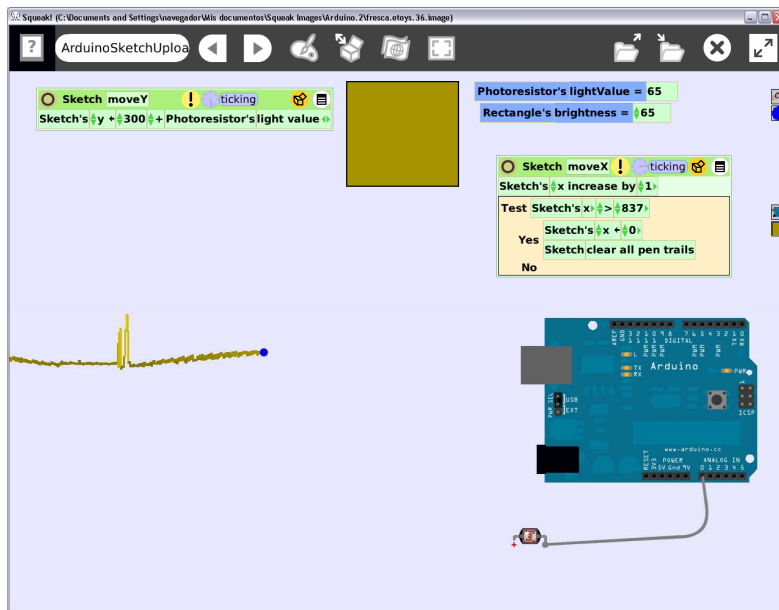


Ilustración 4 - Graficando el input de un fotorresistor

## Controladora por puerto paralelo

El puerto paralelo es una conexión multipresente que, gracias a su facilidad de programación y a su fácil acceso (casi todas las computadoras de escritorio tienen uno), se ha hecho muy popular en el mundo de los aficionados a la electrónica. Puede ser utilizado en forma sencilla para controlar motores, relés, leds, etc. Tal es la popularidad que tiene dicho puerto en el mundo de la electrónica que se han desarrollado muchas controladoras que facilitan el manejo de

diferentes dispositivos electrónicos y permiten programar aplicaciones de robótica. Una controladora, denominada Edukit, fue desarrollada por la Universidad Abierta Interamericana y se utiliza en cursos introductorios a la programación.

Desde el punto de vista técnico, Physical Etoys provee de un objeto gráfico que monitorea constantemente el estado de cada pin del puerto paralelo y nos permite, a su vez, controlarlo y programarlo de una forma gráfica e intuitiva.

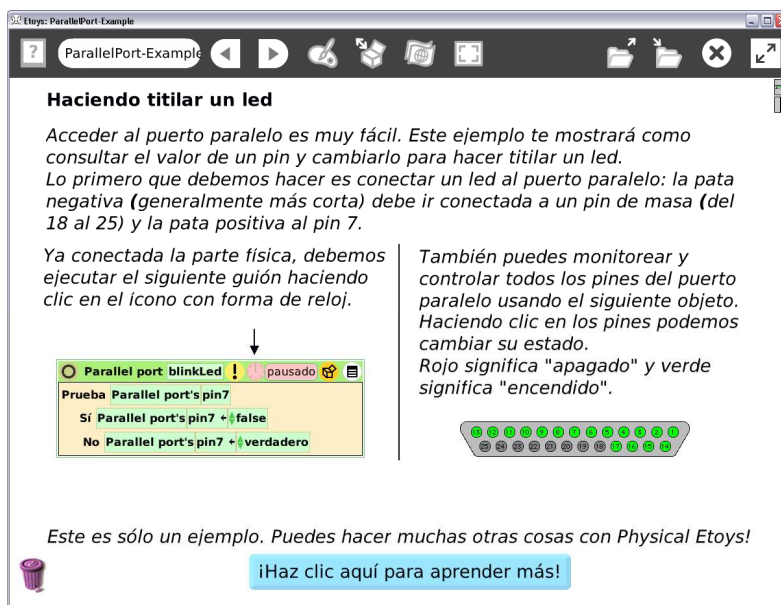


Ilustración 5 - Ejemplo introductorio del puerto paralelo

## SqueakNxt

Los kits de robótica de Lego permiten una rápida introducción a la robótica. Han sido usados con éxito en muchos países durante los últimos diez años y combinan con la filosofía de Physical Etoys. Una gran diversidad de artefactos pueden ser construidos sin tener experiencia en electrónica ni mecánica, y la gran cantidad de sensores disponibles así como la posibilidad de comunicación inalámbrica permite el desarrollo de proyectos muy interesantes. Por otro lado, ya varios colegios del mundo poseen kits de Lego Nxt y hace años incluyen la robótica como parte de la

currícula. Estas características (junto con otras de índole técnico) hacen de Lego Nxt una plataforma ideal para la enseñanza de robótica tanto en niveles primario como secundario.

Physical Etoys provee una manera distinta de comunicarse con los Lego Nxt: por medio de un protocolo de comandos directos es posible controlar el comportamiento de los robots en “tiempo real” pudiendo acceder a los valores de los sensores y modificar la velocidad de los motores desde la computadora. Esto permite utilizar los robots no sólo para resolver tareas triviales sino también para competencias complejas como el fútbol de robots.

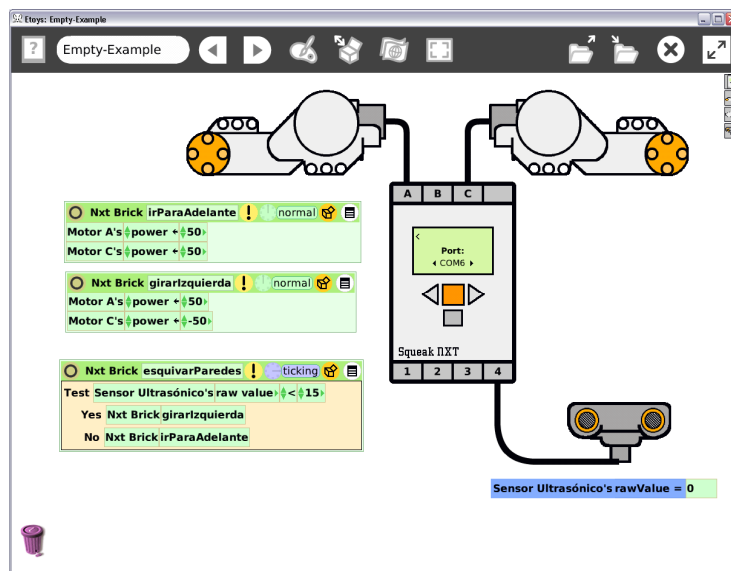


Ilustración 6 - Robot que esquiva paredes con sensor ultrasónico

## Wiimote

Physical Etoys incluye también un objeto que hace de interfaz con el famoso Joystick de la consola Nintendo Wii, popularmente conocido como Wiimote. Este joystick permite detectar los movimientos que hace el usuario con la mano así como apuntar a objetos en la pantalla. Vinculando el Wiimote a Etoys

podemos programar guiones que interactúen con el usuario de manera gestual, añadiendo una forma no convencional de comunicación con la computadora. Por ejemplo, resulta trivial programar en Physical Etoys un sencillo juego donde golpear a Darth Vader con un sable láser, o un juego de pong con dos Wiimote donde cada uno controla una paleta.

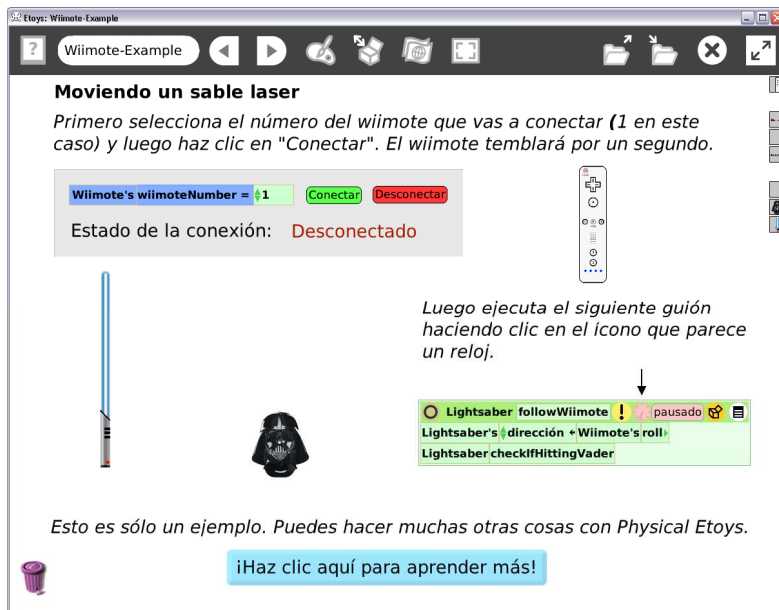


Ilustración 7 - Ejemplo introductorio del Wiimote

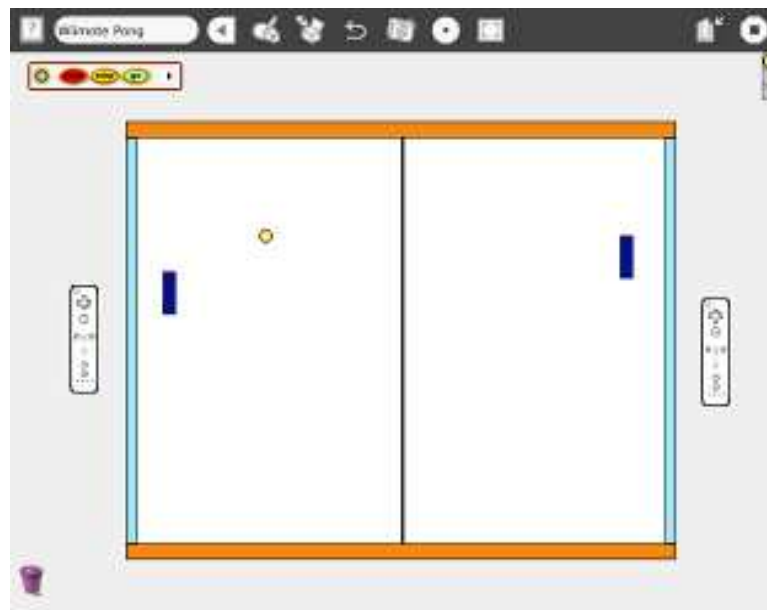


Ilustración 8 - Juego de pong usando dos Wiimote

### Otros dispositivos programables desde Physical Etoys.

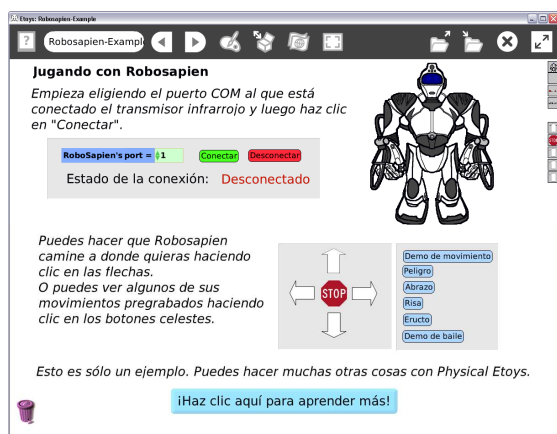
Si bien Physical Etoys está orientado especialmente al uso de kits de robótica constructivos, también soporta la programación de algunos robots pre-armados de la marca Wowee y Tomy, de gran difusión a nivel hogareño. Estos robots, aunque limitados en sus capacidades pedagógicas, suelen ser muy atractivos para los estudiantes

más pequeños y pueden servir como elemento motivador al comenzar un curso.

En particular, Physical Etoys soporta los siguientes robots y todos pueden ser controlados inalámbricamente usando un transmisor infrarrojo:

- RoboSapien v2
- Roboquad
- I-Sobot





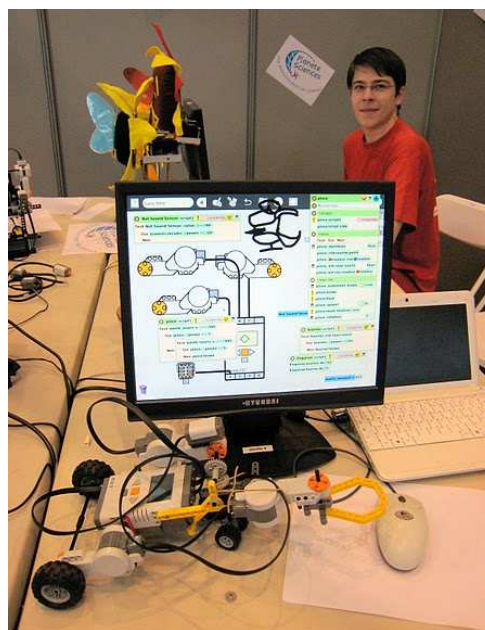
**Ilustración 9 - Ejemplo introductorio del Robosapiens**

## Experiencias didácticas que están utilizando Physical Etoys

Desde que se publicaron los distintos módulos de Physical Etoys, distintas comunidades educativas han mostrado interés en la utilización del software para sus propios cursos y talleres.

El módulo SqueakNxt fue utilizado por la organización educativa Planète Sciences para un curso de introducción a la robótica que se dictó en el evento Japan Expo Paris 2009 en Francia. Esta organización sin fines de lucro se dedica a la divulgación de las ciencias hacia los jóvenes y organiza múltiples actividades incluyendo talleres durante festivales, concursos nacionales: la final Eurobot, Copa de Robótica Francia, First Lego League Francia, entre otros. Durante la Japan Expo Paris 2009 utilizaron SqueakNxt para diversas actividades con Lego. Entre los proyectos realizados por los estudiantes se encuentran:

- un robot capaz de hacer dibujos (una idea que se asemeja mucho a Logo);
- un robot que reaccionaba al ruido del ambiente (movía sus brazos cuando alguien le gritaba);
- un robot que podía moverse en la exposición sin chocarse con las personas;
- un robot capaz de recorrer la exposición y usar sus pinzas para levantar un vaso de plástico.



**Ilustración 10 – Ejemplo de uso de Planète Sciences**

Planète Sciences también mostró mucho interés por el proyecto de Arduino y el mismo fue incluido en un paquete de software llamado SqueakBot, de similares características a Physical Etoys. También comenzó a ser utilizado el proyecto Arduino como parte de la currícula de robótica obligatoria en Francia, por lo cual se realizó un curso especialmente orientado a profesores de la región de Toulouse donde se introdujeron conceptos básicos de electrónica y de programación con Physical Etoys.



**Ilustración 11 - Los chicos de la Japan Expo París 2009 trabajando con SqueakNxt**

Por otro lado, en Colombia la empresa HYPER Neurotek, dedicada al desarrollo e integración de nuevas tecnologías y actividades para la educación (con especial

énfasis en los proyectos open-source), mostró gran interés en utilizar la placa Arduino para enseñar a los niños a usar microcontroladores para hacer robots y computación física desde la laptop del proyecto OLPC.



**Ilustración 12 - Profesores de Toulouse trabajando con Etoys y Arduino**

En España Citilab, un instituto de formación y divulgación de las TIC en Barcelona, decidió usar SqueakNxt y Arduino para los cursos de introducción a la robótica.

Finalmente, en Brasil, la organización O3 Tecnología, que se dedica a la consultoría en tecnología educativa, fomenta el uso del proyecto de puerto paralelo con Physical Etoys en cursos de robótica con estudiantes de secundaria.

## **Bibliografía**

Ahlgren, D. J, y I. Verner. An international view of robotics as an educational medium. En *International Conference on Engineering Education (ICEE'2002)*.

Alimisis, D., M. Moro, J. Arlegui, A. Pina, S. Frangou, y K. Papanikolaou. 2007. Robotics & Constructivism in Education: the TERECOP project. En *EuroLogo*, 40:19–24.

Bers, M. U, I. Ponte, K. Juelich, A. Viera, y J. Schenker. 2002. Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood

education. *Information Technology in childhood education* 123: 145.

Colorado, M. M.S. 2003. *Ambientes de Aprendizaje con Robótica Pedagógica*.

Druin, Allison. 2000. *Robots for kids : exploring new technologies for learning*. San Francisco: Morgan Kaufmann.

Kafai, Y. B, y M. Resnick. 1996. *Constructionism in practice: Designing, thinking, and learning in a digital world*. Lawrence Erlbaum.

Martin, F. G. 1994. *Circuits to control: Learning engineering by designing LEGO robots*. Massachusetts Institute of Technology.

Odorico, A. H. 2005. La robótica desde una perspectiva pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales* 2, no. 5: 33–48.

Papert, Seymour. 1993. *Mindstorms : children, computers, and powerful ideas*. 2º ed. New York: Basic Books.

Perkins, D. 2003. *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Gedisa Editorial S A.

Sánchez, E. R.V. 2004. La robótica pedagógica. *Educación, universidad y sociedad: el vínculo crítico*: 117.

Sánchez, M. M. Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades para el diseño en niños, niñas y jóvenes en América Latina.

Williams, Linda. 1986. *Aprender con todo el cerebro*. Barcelona: Martínez Roca.

Zabala, G. 2007. Desarrollo en un entorno educativo de objetos para el control de una interfaz de domótica. *Anales de WICC*.