

## **Hacia la masificación de la robótica educativa.**

José Miguel García - FLACSO Uruguay - Montevideo - logobot@gmail.com

### **Resumen**

En Uruguay se implementa, desde el año 2007, un proyecto de modalidad 1 a 1 incorporando tecnologías en las aulas. A través de este plan se han distribuido computadoras portátiles a todos los alumnos y maestros de educación primaria, extendiéndose desde el año 2009 a los centros de educación media.

Más allá del equipamiento tecnológico, se plantea la necesidad de reformulación de las prácticas de enseñanza, fortaleciendo las estrategias centradas en los aprendizajes.

Además de las computadoras y la conectividad, se desarrollan proyectos y actividades que tiendan a un uso asertivo de las tecnologías disponibles. En este marco se implementa el proyecto de Robótica Educativa, a partir de un piloto realizado en 2010 y que se generaliza a partir de 2012 a todos los centros de educación media básica, educación media superior del área tecnológica y los últimos años de la enseñanza primaria.

El eje central de este proyecto es la promoción del trabajo de creación y programación de robots por parte de los estudiantes, que se reflejan en las cuatro líneas básicas de imaginación, diseño, construcción y programación.

Se presentarán aquí algunas líneas generales de la implementación de este proyecto, así como una primera mirada sobre su desarrollo.

**Palabras Clave:** Educación, Tecnología, Robótica Educativa

### **Los primeros pasos.**

La informática educativa ha tenido en Uruguay varios impulsos a lo largo de las últimas décadas. Las primeras experiencias se remontan a principios de los '80, con la instalación computadores de gran porte en algunas instituciones privadas de alto poder adquisitivo. A principio de los '90, a partir de la importante baja de precio de los computadores registrada

con la aparición de los primeros PC, se comienzan a implementar en otras instituciones privadas en primer lugar, y luego en forma más sistemática en la educación pública. En el año 1992 se realizan las primeras experiencias de robótica educativa, que surgen en instituciones privadas.

Unos años después el sistema de educación pública adquiere los primeros equipamientos para la robótica educativa, aunque lamentablemente unos pocos fueron distribuidos en escuelas primarias. Más tarde, la educación técnica comenzaría a adquirir equipamientos para trabajar con sus alumnos de cursos del ciclo básico de enseñanza media, en el marco de los talleres de tercer año, en tareas integradas a través de los maestros técnicos de electricidad, mecánica y carpintería.

En esto punto es importante destacar la diferencia significativa entre la robótica industrial y la robótica educativa. La primera está orientada hacia los procesos de automatización, donde el valor fundamental está en el producto funcionando, la que tiene una historia de incorporación a la educación técnica, en espacios de formación para el trabajo. La robótica educativa implica que alumnos de educación primaria y media, sin orientación profesional, desarrollan sus propios robots. En este caso la importancia está en el proceso de elaboración del robot, más que en el resultado final. Así, entendemos la robótica educativa como un espacio de aprendizajes múltiples y complejos, con alto valor pedagógico.

### **Avances**

Luego de las primeras experiencias realizadas, fundamentalmente en el ámbito privado y algunos centros de enseñanza técnica, esta actividad dejó de expandirse, manteniéndose activa durante muchos años solamente en aquellos centros educativos donde se contaba con el equipamiento necesario y con docentes y equipos directivos comprometidos con su desarrollo.

A partir del año 2006 se comienzan a desarrollar proyectos de talleres de robótica educativa, a través de universidades que entregaron equipamiento y realizaron formación y acompañamiento para docentes y alumnos en más de 50 centros de enseñanza media.

La implementación del Plan Ceibal<sup>1</sup> (modelo de un computador por alumno, en Uruguay) comenzó en su fase piloto en el año 2007, llegando a cubrir a todos los alumnos de las escuelas públicas a finales del año 2009. Asimismo se expandió a la enseñanza media por la vía natural del ingreso de los alumnos que habían recibido su computador en propiedad cuando cursaban primaria, así como por la ampliación del plan hacia niveles superiores.

Este plan puso a disposición de las escuelas equipamiento y conectividad, en la búsqueda de una equidad en el acceso a la tecnología, y en el constante impulso de transformación de las prácticas educativas, centradas en gran medida en la enseñanza, comenzando a desarrollarse con gran fuerza procesos más centrados en los aprendizajes, buscando nuevos enfoques y prácticas que permitieran mejorar la educación.

En este contexto surge un importante proyecto en el año 2008, denominado Butiá<sup>2</sup>, que proporciona a los estudiantes una plataforma básica con dos motores y algunos sensores, controladas a través de las XO<sup>3</sup>. Estos desarrollos, junto con el redescubrimiento de las herramientas de programación incluidas en las computadoras, como *e-toys*<sup>4</sup>, *Scratch*<sup>5</sup> o *TortugArte*<sup>6</sup>, todos provenientes de una filosofía común del lenguaje logo<sup>7</sup>, dieron un gran impulso a la robótica educativa, casi dormida durante 15 años.

Es así que en el año 2010 se realiza un piloto de robótica en enseñanza primaria y media básica, tanto común como técnica, con el fin de obtener datos que permitan analizar su masificación. Ésta se concreta durante el transcurso del año 2012, cuando se realiza una fuerte formación docente y una distribución de kits de robótica en todos los centros de enseñanza media básica, en los centros de primaria con modalidad de tiempo completo o extendido, y en aquellos de enseñanza técnica media superior orientados hacia la informática, la electricidad o la electrónica.

---

<sup>1</sup> Información del plan en los portales <http://www.ceibal.edu.uy> y <http://ceibal.org.uy/>

<sup>2</sup> Página oficial del Proyecto Butiá: <http://www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butia/>

<sup>3</sup> XO es el modelo de computador distribuido en las escuelas primarias de Uruguay, con un sistema operativo basado en Linux y un entorno gráfico diseñado especialmente para niños. Más información en <http://one.laptop.org>

<sup>4</sup> Más información en <http://www.squeakland.org/>

<sup>5</sup> Más información en <http://scratch.mit.edu/>

<sup>6</sup> Más información en <http://activities.sugarlabs.org/es-ES/sugar/addon/4298>

<sup>7</sup> Lenguaje de programación creado en la década del '60 desde el MIT, orientado a la programación para niños.

La distribución se realiza con distintas tecnologías, buscándose las que permitan una apropiación progresiva tanto por parte de los docentes como de los alumnos, de acuerdo a la edad y la especificidad del centro educativo. Con esta orientación se entregaron equipamientos de *Lego WeDo* en enseñanza primaria. Este equipamiento tiene la limitación de ser un sistema sencillo, que es capaz de controlar un único motor y utilizar dos sensores, pero permite la realización de proyectos pequeños, simples, que conformarán una introducción a este tipo de trabajo. Estos proyectos se manejan con *Scratch*, aunque está disponible el controlador a través de *TortuBots*, un derivado del *Torturarte*, ya incluido en las computadoras distribuidas, y disponible tanto para el entorno *Sugar* de las XO como para el *Ubuntu* de los equipos de enseñanza media.

En la enseñanza media básica se entregaron kits de *Lego Mindstrom NXT*. La primera entrega se realiza con un móvil básico ya armado, de manera que al llegar a los centros se pueda trabajar en forma inmediata, a través de su programación. De esta forma, si bien en un principio el trabajo se limita a instancias de programación, se logra involucrar tanto a docentes como a alumnos.

En los centros de formación técnica afines a la temática, se entregan kits de *Fishertechnic* y *Arduino* de manera que los alumnos, más familiarizados con temas de electricidad y electrónica, puedan rápidamente realizar proyectos más complejos.

El equipamiento de los centros estuvo acompañado de una formación de los docentes de informática de entre 32 y 40 horas presenciales, que contemplaba la programación, construcción, trabajo en proyectos y programación de robots. Esto se brinda en dos grandes líneas, desarrolladas por las facultades de ingeniería de la Universidad de la República (pública) y de la Universidad ORT (privada). La primera se orientó hacia la programación en *TortuBot*, un desarrollo que amplía las capacidades del *Tortugarte* con el control de las distintas interfaces disponibles. La segunda se orientó hacia la programación con *Enchanting*, un derivado de *Scratch* que permite controlar el equipamiento proporcionado por *Lego NXT*.

Las distintas formaciones recibidas por los docentes generaron grados de involucramiento diferentes, que en algunos casos fueron complementarios.

Así, en algunos centros educativos los docentes se nuclearon organizando grupos de autoaprendizaje, que les permitieran comenzar a trabajar en 2013 con los alumnos. Asimismo buscan entusiasmar y comprometer a docentes de otras asignaturas, de manera que se favorezca la realización proyectos conjuntos.

En otros centros, caracterizados por docentes con alto grado de involucramiento y por apoyos fuertes desde la dirección escolar, se desarrollaron estrategias de trabajo con grupos pequeños de estudiantes en las horas que estaban sin clase, lo que permitió tanto a docentes como a alumnos de los cursos más altos desarrollar proyectos propios. Varios de estos alumnos, luego, acompañan al profesor en instancias de trabajo con alumnos de clases menores, donde se plantean consignas concretas a modo de desafío. Las estrategias son desarrolladas por los distintos subgrupos, y las soluciones a los problemas no son únicas. Esta estrategia permite no solo propagar estos talleres, sino que se basa en el acompañamiento de los alumnos que se integran por parte de aquellos que tienen más experiencia, en un formato de tutoría entre pares muy provechosa, tanto para el que la recibe como para aquellos que orientan a los demás, descubriendo soluciones alternativas a las que habían pensado, y comprendiendo que las soluciones deben ser analizadas en cada grupo, y orientadas sin determinar caminos a seguir, en un espacio de descubrimiento permanente.

### **Los procesos**

En la robótica educativa, el proceso de trabajo – aprendizaje puede dividirse en 4 partes: *imaginar, diseñar, construir, programar*, aunque esto no significa que sean correlativas ni lineales. Su división en cuatro etapas se realiza para su comprensión facilitar la comprensión del desarrollo, aunque estas no se encuentran perfectamente delimitadas ni separadas en el tiempo. Los alumnos, entonces:

*Imaginan.* Esta etapa se desarrolla en trabajos grupales, donde van surgiendo ideas acerca de lo que desean hacer. En la medida de lo posible, se les orienta para que procuren resolver algún problema específico que puedan detectar.

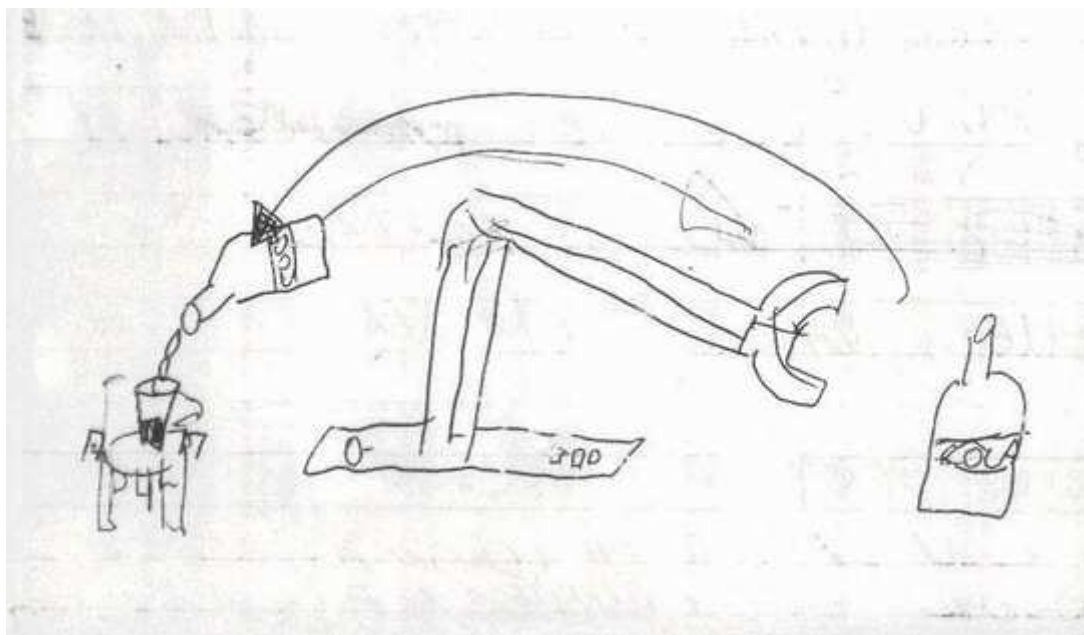
*“En todos los casos, estamos hablando de problemas auténticos, que impliquen verdadero desafíos para los estudiantes, y por qué no, también para los docentes. Las características de este tipo de actividades consiste en la impredecibilidad de los resultados, ya que al abordar un verdadero problema, es probable que no se puedan asegurar los resultados ni anticiparlos, como se acostumbra en actividad rutinarias pedagógicas. Se trata de generar conocimientos escolares que originen*

*cuestionamientos, interrogantes o desplieguen acciones de sentido por parte de los estudiantes”. Litwin 1995*

*Diseñan.* Una vez acordada la idea a trabajar, deben llevarla a un diseño. Es decir, pasar del abstracto imaginado a lo concreto, de como sería su construcción, que partes lo compondrían, que tareas realizaría, etc. Es evidente que esta etapa, si bien se comienza después de la primera, no la excluye, ya que mientras se realiza el diseño se juega con la imaginación, modificando muchas veces la idea original.

*Construyen.* Una vez realizado el diseño los alumnos construyen, a partir de los materiales que dispongan o que puedan conseguir, su proyecto. Esta etapa tiene su gran componente de desarrollo de la habilidad manual.

En este punto es importante recalcar que la función del docente es clave para valorar la complejidad del proyecto, y poder orientar a los alumnos hacia la división en partes más pequeñas, de ser posible autocontenidas, de manera que si el tiempo no permite completar el trabajo completo imaginado, alcancen de todas maneras un resultado intermedio que sea satisfactorio y motivador.



En el dibujo que se presenta, un grupo de alumnos de 5o año de primaria (10 y 11 años) diseñaron un mecanismo que sirviera refresco *cola* en un vaso, a partir de un brazo que

tomaría una botella de litro y medio, la desplazaría y volvería a su posición original luego de haber completado el vaso. La complejidad del movimiento, tanto del brazo como de la mano para soportar ese peso, podía estar fuera del alcance de este grupo, por lo que se comenzó a trabajar directamente sobre el objetivo final: lograr inclinar una botella, en este caso de medio litro, de manera que sirviera el refresco. Con esta meta primaria, trabajaron durante los tres meses que disponían, consiguiendo el objetivo, llegando incluso a controlar si se encontraba un vaso en el soporte específico, y si éste estaba vacío o ya había sido servido. El tiempo no fue suficiente para perfeccionarlo, pero el equipo se dio por satisfecho con su trabajo, resaltando los logros alcanzado por sobre lo que les faltó desarrollar de la idea original.

*Programan.* Una vez que van armando las distintas partes, los alumnos programan el mecanismo a través del computador, desarrollando el pensamiento lógico matemático. En la mayoría de los casos el proyecto no realiza lo deseado en su primera prueba, por lo que se debe modificar la programación o modificar la construcción, el diseño y a veces hasta el primer objetivo planteado.

*«Se aprende de verdad lo que se vive, lo que se recrea, lo que se reinventa y no lo que simplemente se lee y escucha. Sólo hay un verdadero aprendizaje cuando hay proceso; cuando hay autogestión de los educandos.» M. Kaplín (1998)*

### **A modo de cierre (o de comienzo)...**

El trabajo con robótica educativa proporciona espacios donde es posible generar nuevas prácticas. Esto ocurre no solamente por el carácter innovador de este tipo de talleres, sino también por la ruptura con formatos tradicionales de enseñanza, donde el trabajo en equipo y los nuevos roles orientadores más que trasmisores de los docentes habilitan otras formas de aprendizaje. En cualquiera de los casos, el interés de los docentes de informática por entusiasmar a sus colegas de otras asignaturas para realizar trabajos conjuntos puede resignificar no sólo el espacio curricular de informática, sino abarcar otros espacios del centro educativo. Este tipo de prácticas, comenzadas con pequeños grupos y proyectos, genera un "efecto arrastre" entre los alumnos y los demás docentes, facilitando el espíritu transformador.

La clave para comenzar con este tipo de trabajos es, justamente, comenzar a trabajar. Estas modalidades se desarrollan en y con la práctica, por lo cual resulta clave la generación de espacios grupales de autoaprendizaje que, desafiados por algún proyecto concreto, busquen

estrategias de solución a los mismos, lo que en definitiva es también la misma dinámica que pueden implementar con sus propios estudiantes.

La incertidumbre en estos talleres, como debería ser en cualquier tipo de docencia, pasa a ser un elemento indivisible de la práctica. El formato del docente trasmisor de conocimientos, ya caducado en los discursos educativos aunque no erradicado de las prácticas, resulta inviable con este tipo de propuestas y enfoques, donde el conocimiento es generado realmente por los grupos de trabajo. En este sentido, compartimos la afirmación de Papert (1999):

*“La mejor forma de llegar a ser un buen carpintero es participando con un buen carpintero en el trabajo de la carpintería. Por analogía, la manera de llegar a ser un buen aprendiz es participar con un buen aprendiz en el acto de aprendizaje. En otras palabras, el estudiante debería encontrar un profesor-aprendiz con quien compartir el acto de aprendizaje. Pero esto rara vez ocurre en la escuela, debido a que el docente ya sabe lo que se está enseñando y, en consecuencia, no puede estar aprendiendo de manera auténtica.”*

Asimismo, la masificación de estos espacios permite el desarrollo de redes a nivel territorial, de cooperación o de actividades compartidas tanto de docentes como alumnos de distintos niveles y centros educativos. De esta manera resulta más sencillo escapar a los diseños de los fabricantes, para comenzar a investigar sobre alternativas más amplias, como la utilización de materiales de desecho y el desarrollo de proyectos innovadores.

Luego de su primer impulso, y de estar encerrada en unos pocos centros durante 15 años, la robótica se proyecta hacia adelante generando espacios educativos renovadores, a la vez que con alto valor pedagógico.

## Referencias y Bibliografía

Freire, Paulo, 1997: *La Educación en la ciudad*, Siglo XXI, México.

Freire, Paulo. 1997: *Pedagogía de la autonomía*, Siglo XXI, Madrid.

García, J. M. y Castrillejo, D. (2011): *Los robots como excusa*, en ANEP-CEIBAL: *El modelo CEIBAL. Nuevas tendencias para el aprendizaje*, ANEP-CEIBAL, Montevideo. Recuperado de <http://www.anep.edu.uy/anepdatosportal/0000044748.pdf>, marzo de 2013.

Kaplún, Mario (1998): *Una pedagogía de la comunicación*. Ediciones de la Torre, Madrid.

Litwin, Edith (1995). *Tecnología educativa: política, historias y propuestas*. Paidós, Buenos Aires.

Papert, Seymour (1999) *¿Qué es Logo? ¿Quién lo necesita?*, Introducción del libro *Logo Philosophy and Implementation*, publicado por Logo Computer Systems Inc., LCSi. Recuperado de <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=9&idSubX=288>, marzo de 2013.

Vygotsky (1979): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Grijalbo, Buenos Aires.