

Robótica Educativa. ¿Modelo para armar?

Educational Robotics. Construction box?

José Miguel García

Departamento de Tecnología Educativa, Consejo Directivo Central, Administración Nacional de Educación Pública. Montevideo, Uruguay.

E-mail: jgarcia@anep.edu.uy

Resumen

El presente artículo presenta fundamentos de trabajo en robótica educativa, que incluyen algunas concepciones generales y distintos enfoques de trabajo. A partir de ello, se describe un modelo de formación docente diseñado para el contexto uruguayo llevado a cabo entre 2013 y 2014 para la formación inicial y en servicio de docentes. Luego se analizan las implicancias de este modelo en configurar los roles de alumnos y docentes en proceso de aprendizaje de la tecnología y en las redes locales que sustenten este tipo de prácticas. Se detallan, a modo de evidencia, algunos trabajos realizados a lo largo de estos talleres.

Palabras Clave: robótica educativa; CEIBAL; formación docente.

Abstract

This paper presents working foundations on educational robotics, including general concepts, different approaches to teach educational robotics, a brief summary of the Uruguayan implementation, and the reconfiguration of the teaching role in these types of workshops. Also, it describes a project to promote teaching practices in robotics, conducted between 2013 and 2014 through teacher training, either in their teacher education programs or as part of teachers continuous professional development, as well as the strengthening of local networks to support these practices. It describes some exemplary experiences that were part of these workshops.

Keywords: educational robotics; CEIBAL; teacher training

Fecha de recepción: Marzo 2015 • Aceptado: Mayo 2015

GARCÍA, J.M. (2015). Robótica Educativa. ¿Modelo para armar?. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 10 (6), pp. 77-90.

Introducción

La disponibilidad de dispositivos electrónicos, así como la disminución de sus costos y diversidad de desarrollos, ha impulsado fuertemente el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la educación. Entendemos que la tecnología es mucho más que un recurso educativo y puede considerarse como estructuradora de pensamiento.

debemos tener en cuenta que relaciones cognitivas que se establecen entre los códigos de los medios y los internos del sujeto, propiciarán determinadas formas de entender y codificar la realidad; sin olvidarnos que los medios no son meros instrumentos transmisores de información, sino también instrumentos de pensamiento y cultura (Cabero, 2006, p. 16).

Consideramos que mirar la tecnología solamente como un recurso didáctico no favorece la ruptura con modelos educativos tradicionales. Más allá del uso primario, que en ocasiones puede reforzar estos modelos de enseñanza, surgen proyectos y alternativas diversas que permiten repensar el acto educativo, y poner el foco en los procesos de aprendizaje, más que en los contenidos a transmitir.

En este sentido, una práctica que cuenta con más de 20 años y se reimpulsa con fuerza en estos tiempos es la Robótica Educativa. Entendemos que hay multiplicidad de procesos de aprendizaje que se desarrollan en torno al trabajo en proyectos de construcción de robots, cuando estos espacios ponen el énfasis más en los procesos que en los resultados. Consideramos que lo verdaderamente importante no es el robot que pueda resultar de la construcción y programación, sino el proceso cognitivo que se desarrolla en las personas cuando ponen en juego su potencial intelectual, afectivo y manual para el desarrollo de sus robots. Como fundamento de este marco de construcción y de programación, Seymour Papert (1991) presenta una teoría de aprendizaje que denomina Construcciónismo, que describe de la siguiente manera:

El construcciónismo –la palabra que se escribe con *n* en contraposición a la palabra que se escribe con *u*– tiene la misma connotación del constructivismo del aprendizaje como ‘creación de estructuras de conocimiento’, independientemente de las circunstancias del aprendizaje. Luego agrega la idea de que esto ocurre en forma especialmente oportuna en un contexto donde la persona que aprende está conscientemente dedicada a construir una entidad pública, ya sea un castillo de arena en la playa o una teoría del universo (Papert y Harel, 1991).

Hay diversas maneras de enfocar la Robótica Educativa. Proponemos y sostenemos la viabilidad y valor de aquellas propuestas que dejan de centrarse en la tecnología en sí misma, para hacerlo en el desarrollo del conocimiento a través de la elaboración de proyectos, sobre todo si estos responden al planteo de problemas concretos. Entendemos que estos espacios de aprendizaje no tienen que estar enfocados exclusivamente en la educación técnica, o en aquellos alumnos que en un futuro se dediquen a la ingeniería o la programación. Consideramos que estos ámbitos son importantes para todos los alumnos de educación general, pues no solo son altamente motivantes, sino que conforman un valioso aprendizaje acerca de la resolución de problemas, así como evidencian que el desarrollo tecnológico no es exclusivo de países desarrollados, o de especialistas industriales.

Por tanto, como idea-fuerza, es fundamental que, al igual que sucede con la música, con la danza o con la práctica de deportes, se fomente una práctica formativa del pensamiento computacional

desde las primeras etapas de desarrollo. Y para ello, al igual que se pone en contacto a los niños con un entorno musical o de práctica de danza o deportiva,... se haga con un entorno de objetos que promuevan, que fomenten, a través de la observación y de la manipulación, aprendizajes adecuados para favorecer este pensamiento¹ (Zapata-Ros, 2014).

Enseñar pensamiento computacional a todos implica pensar en procesos de formación de los docentes, tanto en su instancia inicial como en servicio. Este artículo presenta un modelo de formación docente en tecnología bajo el área de la robótica educativa y describe la experiencia de implementación en el contexto uruguayo. Analizamos luego las implicancias de este modelo sobre temas emergentes de la experiencia: el rol de los docentes y sus alumnos; el pensamiento tecnológico ligado a los problemas locales, y las redes de trabajo en la comunidad. Con el objetivo de explicar cómo se construyó esta propuesta formativa, realizamos primero un breve racconto histórico.

Un poco de historia en el Uruguay

La robótica educativa surge en Uruguay a principio de los '90, en centros educativos privados. Unos años después, la enseñanza primaria pública adquiere equipamiento para 72 escuelas, pero con el cambio de gobierno y consecuentemente de las autoridades de la educación no se termina de materializar el proyecto, por lo que esta infraestructura queda en depósito, excepto por unos pocos casos en que, reclamados por docentes entusiasmados, fueron retirados y utilizados en sus centros educativos.

La educación media técnica, en el marco de su espacio de talleres, adquiere a finales de esa década equipamiento de robótica para que los alumnos de tercer año lo utilicen en sus proyectos integrados de fin de cursos.

La distribución masiva de computadoras en las escuelas uruguayas, completada entre 2007 y 2009 a través del Plan CEIBAL², así como la ampliación a la educación media a partir de ese año, brinda un espacio fecundo para ampliar las posibilidades de trabajo con la tecnología en la educación.

En ese tiempo se implementa el proyecto “Robótica Aplicada a la Enseñanza Secundaria”, que proporciona tanto equipamiento como formación para la construcción y programación de robots, que luego compiten en una feria nacional.

En el año 2010 se realiza un proyecto piloto de implementación de robótica con Ceibal (García, 2010), y se comienza a masificar esta práctica a partir del año 2011, en los centros de educación media básica, de educación primaria de tiempo completo y de tiempo extendido, así como en centros de educación técnica profesional de áreas afines.

La entrega de los kits se realiza con una formación previa para los docentes del centro educativo, organizada por el Laboratorio de Tecnologías Digitales (LabTeD) del Centro Ceibal, en cuanto a uso y posibilidades de implementación. En el año 2013 se realiza la entrega sistemática de kits a los centros de formación docente.

1 Negritas en el original

2 CEIBAL: “Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea” es el proyecto de modelo 1 a 1 en Uruguay

Más allá de la tecnología

Hay diversas maneras de implementar talleres de robótica educativa, cada una con sus características, sus fortalezas y sus debilidades.

En particular, entendemos necesario señalar algunas diferencias claves entre la importación de modelos preconfigurados y el desarrollo de proyectos adaptables.

El primero de ellos está muy asociado al mercado, donde se comercializan pequeños robots o cajas para armarlos, en modelos prediseñados, y con diferentes grados de modificabilidad, tanto en la construcción como en la programación. En este extremo se podría ubicar, a modo de ejemplo, el *mOway*³, orientado exclusivamente a la programación de un mecanismo ya armado. Esto no desmerece el desarrollo, pero deja poco margen para variaciones más allá de la codificación de sus movimientos. En el extremo opuesto está la utilización de equipamientos abiertos, con elementos básicos para el desarrollo de proyectos diversos y no pre-configurados, así como para la incorporación de diversos tipos de materiales de construcción de uso común o de desecho. A modo de ejemplo, en Uruguay la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República desarrolla desde el Proyecto Butiá diversos dispositivos, entre los que destaca el *USB4butiá*⁴, una placa sencilla que está orientada no solo para que el mismo usuario la construya (hardware libre), sino para la utilización de variados materiales, motores y sensores no exclusivos. Cabe destacar que este desarrollo se realiza con fines exclusivamente educativos, orientados a fortalecer la robótica educativa en el Uruguay.

Estas características marcan una gran diferencia, entre el fomento del consumo de tecnologías predigeridas, que impulsa a una dependencia tecnológica, o el desarrollo de tecnologías propias, donde la creatividad de los alumnos está en el centro.

Es decir, entendemos que la construcción y programación de un robot siguiendo los pasos especificados de los manuales puede resultar útil en una primera instancia, cuando se transitan los primeros aprendizajes, pero no es proyectable a largo plazo. Si el equipamiento disponible sólo permite armar unos pocos modelos de robot y sus correspondientes modelos de programación, estaremos entonces ante un juguete muy atractivo y hasta educativo, pero seguirá siendo un juguete.

Con equipamientos más abiertos es posible trabajar con los estudiantes en proyectos mucho más creativos. Notemos que esta afirmación es condicional pues consideramos que no es condición suficiente, de la misma forma que incorporar tecnologías en el aula no implica en forma unívoca la modificación de las culturas trasmisivas de la información.

Así, propiciamos el trabajo en la línea de cuatro conceptos o palabras (García y Castrillejo, 2011) que entendemos importantes que estén presentes en el desarrollo de proyectos de robótica educativa. En primer lugar, **imaginar**, donde se conforman grupos de trabajo que piensan en ideas a desarrollar. Una vez definido el proyecto, o en forma simultánea con la imaginación, van surgiendo elementos que permiten **diseñar** el robot, es decir, analizar cómo esa idea puede ser concretada en la práctica. Claramente esta fase se va desarrollando a través del propio proceso de discusión de la idea. Estos procesos pueden plantearse en forma independiente de la tecnología de que se disponga.

3 Más información en <http://www.minirobots.es/>

4 Más información en <http://www.fing.edu.uy/inco/proyectos/butiá/mediawiki/index.php/USB4buti%C3%A1>

Una vez analizada la idea y la forma de llevarla a la práctica, se comienza con la etapa de **construir** el robot propiamente dicho. Resulta claro que los diseños originales son invariablemente transformados en esta fase, ya que las limitaciones o posibilidades que pueden surgir durante el proceso interactúan con las ideas y diseños originales, modificándolos.

Cuando los mecanismos están razonablemente armados, se comienza el proceso de **programar**, la última de estas cuatro palabras, donde a través de un lenguaje sencillo se comienza a controlar el robot.

Nuestra experiencia muestra que estas cuatro palabras, fases o etapas no son independientes ni tienen una vinculación lineal, sino que ocurre una natural movilidad entre ellas, cuando los alumnos las van transitando, lo que provoca que se superpongan en forma casi permanente. Esto puede generar cambios en la idea original, el diseño, la construcción y la programación en cada momento del proceso.

Y también es importante tener presente la diversidad de aprendizajes que propicia este proceso, generando experiencias sumamente enriquecedoras. Entendemos entonces que

“Robótica Educativa no es construir o programar, es un proceso de aprendizaje en el que, según como se mire, los robots son casi una excusa” (García y Castrillejo, 2011. p. 321).

Un proyecto de robótica educativa a través de la formación docente

La proliferación de dispositivos tecnológicos, sumado a la intencionalidad de impulsar propuestas abiertas de robótica en la educación, hace surgir desde el Departamento de Tecnología Educativa (Consejo Directivo Central - Administración Nacional de Educación Pública) un proyecto de trabajo en Robótica Educativa. Este tiene como meta la realización de talleres en el interior del país, con anclaje en el Consejo de Formación en Educación. Estas instancias, realizadas en los Centros de Formación Docente, son implementadas para docentes y estudiantes de esos centros, así como para docentes de educación primaria, media y técnico profesional.

La propuesta es realizar talleres que permitan a los docentes pensar la formación más allá de la tecnología, propiciando el trabajo en proyectos, y con un fuerte anclaje territorial. Es decir, que se valora que en torno a este espacio se nucleen docentes de distintos subsistemas educativos, que las dinámicas cotidianas muchas veces mantienen aislados, con el objetivo de potenciar los encuentros entre aquellos que trabajarán en este tipo de prácticas en la misma localidad. De esta manera, se propicia una comunicación horizontal entre pares que, más allá de las comunicaciones posteriores puntuales de algunos de ellos con el tallerista, fomente el desarrollo local, trascendiendo las visitas que se reciban desde la “capital”.

Es decir que el foco está puesto en favorecer que comunidades docentes locales trabajen con tecnología, más que en los elementos instrumentales.

Se realizaron 6 talleres en el interior del país durante 2013, alcanzando a aproximadamente 100 participantes en total, entre docentes de distintos niveles educativos y estudiantes de formación docente.

Durante el año 2014 se realizaron 9 talleres presenciales y 5 atendidos mediante la modalidad de videoconferencia. Las charlas, tanto presenciales como por videoconferencia alcanzaron a 29 centros de formación docente y 6 centros de educación media. Se estima en más de 200 personas atendidas, entre docentes y estudiantes de profesorado, en los talleres de ese año. En las charlas realizadas durante el año 2014 participaron más de 500 personas. Cabe destacar que en términos generales los talleres alcanzaron al 65% de los centros de formación docente, y las charlas al 90%, ya sea en modalidad presencial o por videoconferencia, durante los dos años del proyecto.

Las instancias del proyecto

Estos espacios se implementan en dos fases bien definidas. La primera de ellas es una charla abierta a todo el público, de aproximadamente una hora, en la que se brindan elementos generales acerca de lo que implica la robótica educativa, sus distintos enfoques, matizados con ejemplos concretos de trabajos realizados tanto por alumnos de enseñanza primaria o media, como por quienes asistieron a los talleres que se han desarrollado con anterioridad.

Esta charla tiene fundamentos teóricos de lo que significa la Robótica Educativa, la modificación de los roles de docente y alumno, y las connotaciones que puede implicar embarcarse en este tipo de proyectos con sus estudiantes.

También se presenta la posibilidad de visualizar la robótica educativa no solo como el desarrollo de dispositivos tecnológicos, sino también como un vehículo para narrar historias, una idea planteada por Aura Mora⁵, de Colombia, en visita a Montevideo. Es decir que la robótica puede plantearse como soporte para una creación que la trasciende.

La segunda instancia consiste en un taller, específico para aquellos a quienes les interesa incursionar en el área, de cuatro horas de duración.

En este se avanza sobre las cuatro palabras de la robótica educativa. En primera instancia, se dividen en pequeños grupos, discuten sobre ideas de robots que puedan resolver situaciones concretas, más allá que luego su implementación no sea generalizable (Imaginar). Así, surgen en los grupos distintas ideas innovadoras y a veces insólitas de qué construir, más allá de la tecnología disponible (que desconocen). Se desarrollarán más adelante algunos ejemplos de estos proyectos. La única limitante que se plantea, por el escaso tiempo disponible, es la cantidad de movimientos independientes o grados de libertad a 2, para evitar la construcción de dispositivos que no se alcancen a concluir. En esta instancia el rol del tallerista es clave, procurando “bajar a tierra” los proyectos, en función de las posibilidades concretas de realizarlo con la tecnología disponible y en el lapso del propio taller.

Una vez definido el dispositivo a fabricar, se solicita que consignen en una hoja uno o dos párrafos que describan el robot, así como un esquema del mismo, pensando en la movilidad que tendría que tener para realizar su objetivo (Diseñar).

5 Aura Mora en integrante de OLPC Colombia. Más información en <http://blog.laptop.org/tag/colombia/#.VQGIWnyG-mQ> y en <https://www.facebook.com/ColombiaOLPC>

Con el primer diseño analizado y acordado por el equipo, se pasa directamente a la etapa de construcción, para la que se cuenta con diversidad de materiales no incluidos en los kits de robótica, como es cartón, maderas (listones de distinto tamaño y procedencia), plásticos, cajas diversas, herramientas como tijeras, trinchetas, goma caliente, cintas adhesivas, etc. (Construir)

Esta propuesta, y el uso de este tipo de materiales permiten a los asistentes “descubrir” que pueden trabajar con distintos objetos de uso frecuente y de fácil acceso, realizando construcciones más allá del equipamiento disponible. Para los movimientos del robot se proporcionan motores, en este caso de Lego NXT, que es lo que disponen en los centros de enseñanza media y formación docente. Este material se restringe al máximo, con el objetivo que puedan pensar en la resolución de su construcción con materiales alternativos. A modo de ejemplo, si construyen un móvil, pueden utilizar una caja de cartón a la que adosan con cinta los motores necesarios, como se puede apreciar en la siguiente figura.

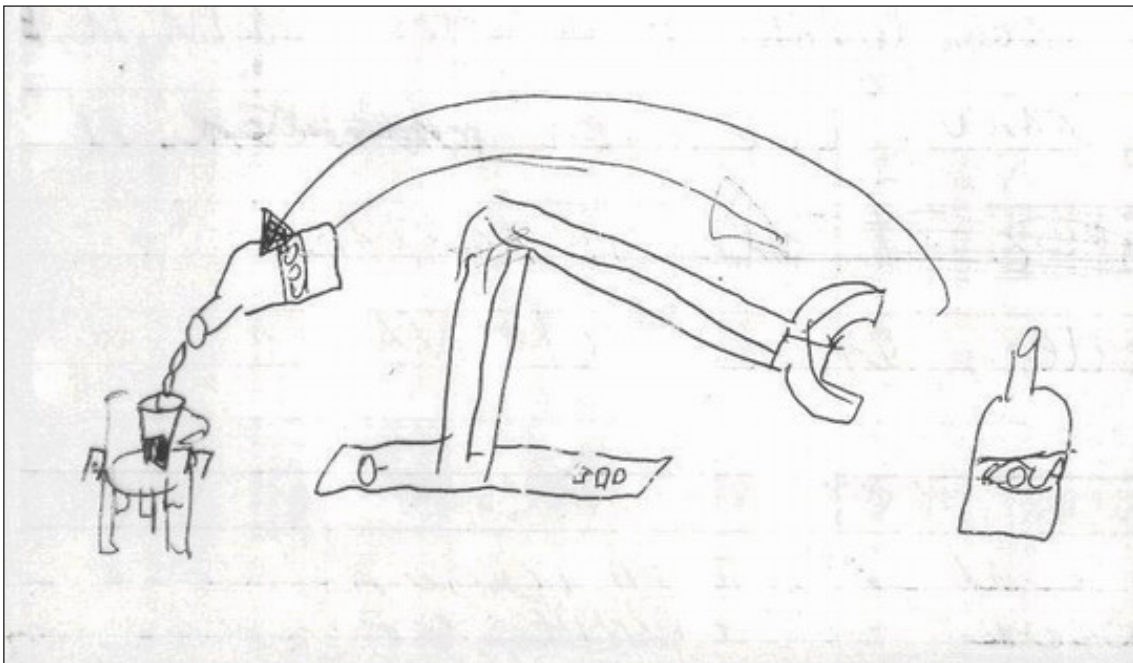


Figura 1. Ejemplo de armado con materiales reciclados.

Una vez que los dispositivos se encuentran razonablemente armados, se pasa a la etapa de la programación (Programar). Allí se les proporciona algunos elementos que pueden ser necesarios para su proyecto, como las formas de accionar los motores o de recabar los datos de los sensores, de acuerdo a las necesidades específicas de cada proyecto.

En estos talleres en particular se trabaja con TortuBots, una aplicación derivada del TortugArte (desarrollada por el Proyecto Butiá ya mencionado) que, contando con toda la potencialidad de un lenguaje de programación orientado a la educación, dispone de plugins para todas las tecnologías para robótica disponibles en el país a través del Plan Ceibal. La forma de programación es sencilla, en módulos de bloques, lo que resulta altamente visual y con una estructura lógica simple. Si integrantes

del equipo disponen de alguna experiencia previa en el lenguaje, o si la programación lo amerita, se introduce el concepto de subrutinas de una forma natural. Se presenta como ejemplo la programación resultante para una papelera que, cuando la basura en su interior alcanza cierta altura, funciona como compactadora.



Figura 2. Ejemplo de programación.

El taller culmina con una ronda general, casi siempre difícil de convocar pues cada grupo se encuentra concentrado en los detalles del funcionamiento final, en la que se presenta a todos los demás la idea del proyecto, el funcionamiento, y se realiza un registro audiovisual.

Como cierre, y antes de llegar a la parte del desarmado, se los convoca a comunicarse entre ellos con el fin de intercambiar experiencias de desarrollo en sus respectivas clases. Asimismo, se los invita a permanecer en comunicación por mail o videoconferencia con el tallerista ante cualquier dificultad, consulta u orientación que requieran. Pero sobre todo se les estimula a realizar estos intercambios con los colegas de la localidad.

A partir del año 2014, y ante el aumento de la demanda de estos talleres en distintas localidades del país, se instrumenta una modalidad que permite alcanzar a un mayor número de centros educativos. Así, en simultáneo con los trabajos en la localidad, se trabaja con otros centros a través de videoconferencia.

Si bien la fase de la charla es más sencilla de realizar de forma remota, pues su formato es fundamentalmente expositivo, el desarrollo del taller, que requiere de un apoyo permanente del docente, es más difícil de realizar por este medio.

Es así que a partir del taller realizado con referentes locales de tecnología en los centros de formación docente, se los invita a participar como co-talleristas en estas instancias. De esta manera, contando con un referente local que gestiona lo que ocurre en el aula remota, es viable la realización de instancias compartidas en distintas localidades.

El rol de este referente local que articula y genera la dinámica en el lugar es clave, tanto para la convocatoria, la orientación y la gestión de la videoconferencia como para el estímulo permanente de los participantes. En este caso queda en evidencia el rol que se quiere resaltar de co-aprendiente del anfitrión, que es capaz de orientar el taller sin ser un especialista.

El rol de enseñante – aprendiente en estos talleres

La diversidad de modelos de implementación mencionados tiene sus vínculos con las funciones de los docentes y de los alumnos. En los primeros formatos de robots prefabricados, alcanza que el docente “aprenda” el uso de los dispositivos y sus características, de manera que pueda “trasmitirlos” a sus estudiantes.

Sin embargo, cuando se brinda libertad a los estudiantes para desarrollar sus propios proyectos, claramente el docente no podrá tener todas las respuestas, (pues si las conoce, no está abriendo nuevos espacios).

“La realidad de nuestra experiencia señala que no podemos esperar a dominar estos conocimientos porque, entre otras cosas, no hay un límite a la capacidad de imaginación de los alumnos...” (García y Castrillejo, 2011. p. 325).

Entonces encontramos que el enfoque brindado en la robótica educativa encuadra la actividad del docente, que puede colocarse en un papel de enseñante si los modelos son prefabricados, pero que necesariamente comparte aprendizajes con los alumnos si se posiciona en modelos más abiertos.

Es así que el rol docente se resignifica, cuando es capaz de posicionarse de manera que recorre los caminos de aprendizaje conjuntamente con sus alumnos. Consideramos esta práctica muy positiva, no sólo para el desarrollo de estos proyectos, sino para la enseñanza y el aprendizaje en general, y que las modificaciones en los roles de enseñantes y aprendientes es necesaria.

(...) la reformulación de estos roles debe escapar a la lógica binaria de que hay un emisor y un receptor –que a veces intercambian papeles– para lograr transformar al alumno y al docente, más allá del cambio de funciones, en enseñantes y aprendientes a la vez. De esta forma se restituye tanto al docente como al alumno la capacidad de ser aprendiente y enseñante en forma permanente, reconociendo que los roles son simultáneos, donde cada uno puede aprender de y con los otros, ya sean alumnos o docentes (Báez y García, 2011. p. 112).

Es claro que esta reformulación del rol del docente y del alumno pone en discusión la tradición asentada en la educación desde las reformas educativas de fines del siglo XIX, que hemos vivido con Varela en Uruguay, Sarmiento en Argentina o Bello en Chile.

Estas modificaciones van más allá de un método. Son nuevas formas de plantear el acto educativo. Y requieren que los docentes tomemos conciencia de que el aprendizaje ya no está centrado en los contenidos que se enseñan, sino en los procesos que se propician. “No hay un proceso de aprendizaje, sino varios; no hay transmisión unidireccional de conocimientos, sino una construcción multidireccional; no hay respuestas, sino preguntas y trabajo compartido” (García y Castrillejo 2011. p. 328).

Por este motivo, los docentes no necesitan ser especialistas en estos temas para poder trabajar conjuntamente con sus alumnos en el desarrollo de proyectos de robótica educativa abiertos. En este sentido, resultan muy valiosas las palabras de un alumno de 17 años, que se refiere al papel del docente y del alumno cuando relata sus primeros pasos en el aprendizaje de programación cuando aún se encontraba en la escuela primaria:

Vos no conocés el concepto teórico, pero podrías llevarlo a lo práctico. Creo que esa es la parte más importante, que es la que tiene que hacer el docente, que no tiene que saber de programación, porque a veces piensan que para enseñar programación vos tenés que estar capacitado, vos tenés que saber como programar, saber como resolver todos los problemas. Pero no, en verdad no, porque mi maestra no sabía programar, y sin embargo a mi me enseñó, y me motivó muchísimo (Trinidad, 2014).

Es importante que el docente se convierta también en un regulador de equilibrios, analizando el alcance de los proyectos, y procurando que se dividan en partes autocontenidas, de manera que si los tiempos no son suficientes, o no se alcanzan los desarrollos deseados, no sea una fuente de frustración para los alumnos.

A modo de ejemplo, un grupo de alumnos de 6° año de primaria deseaba construir un servidor de bebidas Cola, como se muestra en el dibujo que realizaron:

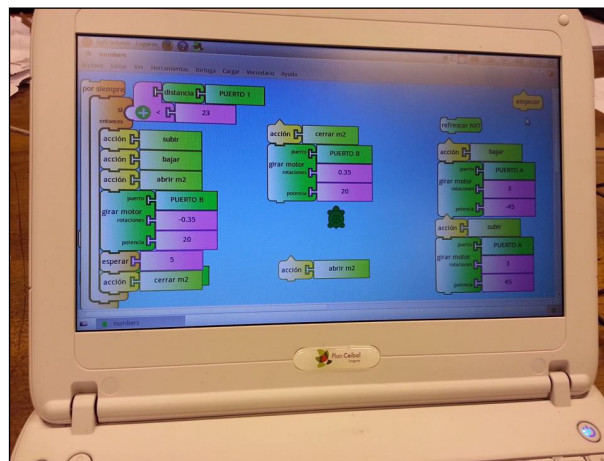


Figura 3. Diseño de servidor de bebidas.

En el inicio se plantearon tomar una botella de un litro y medio, girarla hacia el vaso, inclinarla para servir, y devolverla a su posición inicial. Ante el escaso tiempo disponible, la falta de experiencia de los alumnos y su nivel etario, se procura cumplir, en primera instancia, la función de servir, evitando comenzar un desarrollo fuera de las posibilidades concretas de ese espacio. Así, el proyecto se transforma, en un principio, en una botella de medio litro que es inclinada sobre el vaso, hasta que este se complete, y solamente en el caso que haya un vaso vacío en ese lugar. Este logro fue muy valioso para los alumnos, independientemente que no alcanzaron su idea original. Es conveniente, entonces, enfocarse en los objetivos concretos que se quieren lograr (en este caso servir un vaso), para luego ir complementando, en caso de disponer de tiempo, con las otras funciones. Cabe señalar que el ánimo de los alumnos fue todo entusiasmo por el logro obtenido, y nada de frustración por lo que les faltó.

Si bien un proyecto concreto como el planteado puede ser muy motivador, resulta más poderoso cuando se refiere a la búsqueda de soluciones a problemas concretos de la vida cotidiana. A modo de ejemplo, queremos citar el desarrollo de un sistema para favorecer la circulación de ambulancias

en una zona urbana, surgido cuando los estudiantes observaron que en horas de gran tráfico los automóviles detenidos en un semáforo obstaculizaban su paso. Los alumnos de 15 años de un centro de educación secundaria privado, en el marco del taller optativo de robótica, desarrollaron un sistema que modificara la secuencia de las luces vinculada con la circulación de vehículos de emergencia, y que permita no solamente el paso de la ambulancia con luz verde, sino que se despejará la calle a su paso.

Otro ejemplo directamente vinculado con problemas cotidianos es el desarrollo de un sistema de suministro de medicación para una persona con Alzheimer, surgido de las dificultades observadas en su abuela por una alumna de enseñanza media. Esto generó un proyecto que dispensa las pastillas adecuadas en el horario en el que deben ser tomadas.

En ambos casos, además de concentrarse en la resolución de problemas, se encontraba presente la fuerte motivación personal de los grupos de trabajo ante situaciones que ellos mismos habían detectado, y que percibían como necesarias.

Asimismo, pueden surgir vinculaciones de propuestas con espacios más curriculares. A modo de ejemplo, una docente de inglés propuso a sus alumnos que leyeran algunos libros, y que a partir de ellos construyeran mecanismos robotizados que los representaran o explicaran. En este caso, la robótica funciona como motivadora de la lectura de un idioma extranjero, y los alumnos leen los libros estimulados por el proyecto.

Algunos ejemplos de fomento del pensamiento tecnológico sobre problemas concretos

Más allá de la aplicabilidad en forma masiva de los proyectos realizados, es importante visualizar las respuestas que estos presentan a problemas concretos que pueden resultar significativos para alguno de los integrantes del equipo. A modo de ejemplo se presentan algunos desarrollos realizados a lo largo de estos talleres.

- WC

Dos alumnas de profesorado de la ciudad de Florida plantean la eterna discusión entre varones y mujeres, respecto a la posición en la que debe estar la tapa del inodoro.

Desarrollan entonces un sistema que, cuando una persona se acerca al inodoro, se levanta la tapa. Cuando ha concluido y al alejarse, la tapa se cierra y la descarga del agua de la cisterna se realiza en forma automática.

- Selladora

Abrumado por los aspectos burocráticos, el director de una escuela primaria de Rivera plantea a su equipo, en el marco del taller, su molestia por la cantidad de sellos que debe colocar en la papelería. Así desarrollan en conjunto un dispositivo que, al colocar una hoja sobre una bandeja, le imprime el sello en forma automática.

- Bacheadora

Preocupados por el estado de las calles en la ciudad de Durazno, los participantes del taller analizan un sistema de tapado de baches en forma automática. Así, elaboran un móvil que recorre la

calle, midiendo la distancia hasta el piso, en el entendido de que si esta aumenta significa que hay un pozo. Entonces se posiciona sobre él y descarga material de relleno, y luego lo apisona pasando tres veces sobre lo descargado. Luego de esto, vuelven a medir para revisar si el proceso fue exitoso, o hay que realizarlo nuevamente, en caso de que el pozo sea muy grande.

- Mate mimoso

En la misma ciudad de Durazno, un grupo de docentes y estudiantes plantea la dificultad que se presenta cuando, al llegar de estudiar o trabajar a sus casas, se mueven a través de ella para ordenarla, y a la vez desean tomar mate. Es así que surge el Mate Mimoso que, al igual que una mascota, los sigue por la casa una matera, con mate y termo, a medida que ellos se van desplazando.

- Peinadora

En Montevideo, en uno de los talleres realizados surgen distintos proyectos originales, como un resucitador cardiovascular que proporciona masaje cardíaco a una persona tirada en el suelo, así como una peinadora.



Figura 4. Peinadora en acción.

- Ciudad de Trinidad

A nivel de implementaciones con alumnos, una maestra rural del departamento de Flores, luego de asistir al taller, les plantea a sus alumnos que pueden realizar “lo que deseen”. En ese momento sus 6 alumnos de distintos niveles se encontraban trabajando en un proyecto de maquetación de la ciudad de Trinidad ya que dos de ellos deberían trasladarse a la misma para continuar sus estudios en enseñanza media al año siguiente. Entonces deciden agregar a la ciudad (que ya representan con sus calles y comercios) los semáforos que allí se encuentran, así como algunos autos en movimiento. Como los dispositivos disponibles son diferentes a los que usó la docente en su taller, se comunican para pedir asesoramiento, que se realiza a través de conversaciones telefónicas y a través de videos grabados para tales efectos. Se efectúa también una visita a esa escuela, para acompañarlos en el proceso y ver los avances que estaban alcanzando con el proyecto.

En este caso se observa en forma clara el proceso de aprendizaje compartido de docente y alumnos, al enfocarse sobre un proyecto de alcance desconocido. También se visualiza que las limitaciones que a veces se perciben respecto a la edad de los participantes con propuestas con este enfoque pueden ser superadas en contextos de aprendizajes compartidos entre alumnos de distintos grados.

Consideramos que los ejemplos citados de estas experiencias concretas ilustran cómo los docentes y alumnos que participan de estos talleres, que tienen un enfoque en la elaboración de proyectos tecnológicos, pueden construir una relación proactiva con la tecnología al servicio de problemas locales. Cabe destacar que este tipo de ejemplos surgen también en todos los niveles educativos.

Hacia la construcción de Comunidades

También a modo de ejemplo, es valioso destacar lo ocurrido en algunas localidades. En la ciudad de Rivera se encuentra una comunidad en proceso, con fuertes vínculos entre docentes de distintos centros educativos. Allí tanto la charla como el taller superan las expectativas de público, por lo que este último debe realizarse en dos salones distintos en forma simultánea. Asisten docentes del propio centro de profesorado, de educación primaria, secundaria, técnico profesional, de la Universidad de la República⁶ y de los Centros MEC⁷. El camino que ya tenían recorrido, junto con el estímulo de estas prácticas potenció los trabajos en el área en esa localidad.

En la ciudad de Durazno la comunidad es pequeña, y la convocatoria no tiene tanto alcance, formándose el taller con algunos docentes de los distintos subsistemas. En el momento de finalización del taller coordinan un día semanal de trabajo conjunto, con el fin de avanzar en el desarrollo de proyectos como forma de auto-capacitarse. Asimismo comienzan a coordinar visitas a las clases de cada uno de ellos cuando trabajen en robótica, como forma de aprendizaje compartido y apoyo mutuo. Cabe destacar que esto ocurrió con clases de primaria y secundaria, así como clases de práctica de los estudiantes de magisterio.

No se dispone de información cuantitativa referida a la cantidad de centros que luego siguieron trabajando en el tema, ni a las comunidades establecidas como tales a partir de estos espacios, si bien en la edición 2015 que comienza a ejecutarse en breve está previsto un relevamiento de estos datos, así como de los disponibles de las instancias realizadas en los años anteriores. Sin embargo, los indicios son alentadores en cuanto al desarrollo de capacidades locales y el establecimiento de comunidades de aprendizaje que, si bien informales, contribuyan al potenciar las capacidades de los colectivos educativos.

A modo de cierre

El contexto tecnológico actual está permeando en los centros educativos y en varios países de América Latina se implementan modelos de un alumno – una computadora, como es el caso de

6 A través del proyecto de extensión universitaria Flor de Ceibo, vinculado a las tecnologías en la educación. Más información en <http://www.flordeceibo.edu.uy/>

7 Centros locales del Ministerio de Educación y Cultura para la alfabetización digital. Más información en <http://centrosmec.org.uy/>

Uruguay, que cubre el 100% de los centros de enseñanza primaria y media. Que la inclusión de las tecnologías en las aulas refuerce el modelo tradicional de enseñanza o favorezca un replanteamiento general del acto educativo va más allá de los dispositivos aportados. Para que esto último ocurra es necesario fomentar prácticas educativas abiertas, que favorezcan el desarrollo de nuevas formas de enseñar y nuevas formas de aprender, más acordes a la sociedad en la que estamos inmersos.

Las prácticas de robótica educativa pueden ser ambientes propicios para estas modificaciones tan necesarias en la educación, ya que más que un conjunto de contenidos a transmitir plantean otras formas de trabajo en el aula, modificaciones en los roles de docentes y alumnos, así como espacios que fomentan el trabajo compartido. Asimismo, se propician espacios de trabajo colaborativo de docentes, fomentando el desarrollo de comunidades de práctica con un fuerte componente local. Y entendemos que es a través de esas comunidades locales donde se realizan los cambios significativos que modifican realmente las prácticas educativas, que transforman los centros educativos en espacios amigables para aprender entre todos.

Referencias Bibliográficas

- BÁEZ, M.; y GARCÍA, J. M. (2011). *Desafíos a la pedagogía en la era digital, en El modelo CEIBAL. Nuevas tendencias para el aprendizaje*. Montevideo: ANEP-CEIBAL, pp. 97-117. En línea: http://www.anep.edu.uy/anep/phocadownload/Publicaciones/Plan_Ceibal/el%20modelo%20ceibal%20nuevas%20tendencias%20para%20el%20aprendizaje.pdf
- CABERO, J. (2007). Tecnología educativa: su evolución histórica y su conceptualización. En Cabero, J. (coord.), *Tecnología educativa*. Madrid: Mac-Graw Hill, pp. 13-27.
- GARCÍA, J. M. (2010). *CEIBAL y Robótica. Propuesta de trabajo*. Documento interno de la Dirección Sectorial de Planificación Educativa, Consejo Directivo Central, Administración Nacional de Educación Pública. Aprobado el 25 de mayo de 2010, Res. 51, Acta 35. Montevideo.
- GARCÍA, J. M.; y CASTRILLEJO, D. (2011). Los Robots como excusa, en *El modelo CEIBAL. Nuevas tendencias para el aprendizaje*. Montevideo: ANEP-CEIBAL, pp. 300-333. En línea: http://www.anep.edu.uy/anep/phocadownload/Publicaciones/Plan_Ceibal/el%20modelo%20ceibal%20nuevas%20tendencias%20para%20el%20aprendizaje.pdf
- PAPERT, S. (1982). *Desafío a la mente. Computadoras y educación*. Buenos Aires: Galápagos.
- PAPERT, S. y HAREL, I. (1991). Situar el Construccionismo. *Constructionism*, 36, pp. 1-11. Ablex Publishing Corporation, Traducción de INCAE, Alajuela, mayo del 2002.
- TRINIDAD, G. (2014). Alumno de 5° año de Secundaria del Liceo 1 de Solymar, Canelones, Uruguay. Fragmento de alocución en la ponencia presentada por GARCÍA, J. M. Educación, Tecnología, Robótica, en *Módulo 2: La escuela y los jóvenes de hoy*, del "Curso de Análisis de las Políticas Educativas para la Educación Media", ANEP/CODICEN e IIPE/UNESCO sede regional Buenos Aires. Instituto de Perfeccionamiento y Estudios Superiores, Montevideo, 04/09/2014.
- ZAPATA-ROS, M. (2014). ¿Por qué "pensamiento computacional"? (I), En línea: <http://redesabiertas.blogspot.com.es/2014/11/por-que-pensamiento-computacional-i.html> [12/02/2015]