

# LAS TECNOLOGÍAS EN (Y PARA) LA EDUCACIÓN

José Miguel García

Sofía García Cabeza

(compilación)



**FLACSO**  
URUGUAY

Compilado por: José Miguel García y Sofía García Cabeza.

Con la autoría de (por orden de aparición): María Teresa Lugo, Florencia Lojácono, Isabel Achard, Manuel Area Moreira, Valeria Odetti, María Barberis, Pablo Bongiovanni, Corina Rogovsky, José Miguel García, Miguel Zapata-Ros.

Coordinación editorial: Sofía García Cabeza

Producción editorial: Susana Aliano Casales

Imprenta: Mastergraf

ISBN: 978-9915-9329-0-3

Las imágenes de esta publicación fueron proporcionadas por los autores de cada capítulo.

La imagen de tapa es de José Miguel García.

*Los autores y autoras de los artículos se hacen responsables por lo que expresan, lo cual no necesariamente refleja la opinión de la FLACSO ni de las organizaciones en las que se desempeñan. Los contenidos de la presente publicación no tienen fines comerciales y pueden ser reproducidos haciendo referencia explícita a la fuente. Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Usted es libre de compartir, copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, bajo las siguientes condiciones: Reconocimiento: Debe reconocer los créditos de la obra. Uso no Comercial: Usted no puede utilizar esta obra para fines comerciales. Sin obras derivadas: Usted no puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.*

Acceso al libro en su versión digital:

[http://www.flacso.edu.uy/publicaciones/edutic2020/garcia\\_garcia\\_tecnologias\\_en\\_y\\_para\\_la\\_educacion.pdf](http://www.flacso.edu.uy/publicaciones/edutic2020/garcia_garcia_tecnologias_en_y_para_la_educacion.pdf)



FLACSO Editorial  
Zelmar Michelini 1266, piso 2  
11100 - Montevideo, Uruguay  
Tel. (+598) 2903 0236  
[www.flacso.edu.uy](http://www.flacso.edu.uy)

## Capítulo 8

# La robótica educativa como proceso de aprendizaje

José Miguel García



### Resumen

La robótica educativa es una actividad de alto valor pedagógico para los alumnos en general, con un alcance mucho mayor que el de fomentar la futura elección de áreas técnicas. La tecnología no se constituye en el centro de las prácticas, sino en un espacio de desarrollo de creatividad, pensamiento y habilidades manuales. Proponemos espacios en los cuales los alumnos analizan problemas que les resultan significativos y desarrollan las estrategias para resolverlos a través de soluciones tecnológicas que les sean propias.

La robótica educativa comenzó en Uruguay hace más de veinticinco años y experimentó un crecimiento significativo en los últimos ocho, a partir de la disponibilidad masiva de los equipamientos necesarios en los centros educativos públicos. La implementación del modelo de un computador por alumno en toda la enseñanza primaria y media básica pública, iniciado hace doce años en Uruguay, proporciona un ambiente propicio para el desarrollo de nuevas prácticas donde la tecnología se convierte en aliada para los procesos de aprendizaje, generando desafíos que reestructuran los formatos tradicionales del aula.

Actualmente existen múltiples enfoques para el abordaje de estas prácticas, así como diversas fundamentaciones sobre la importancia de este tipo de actividades en la educación básica y media no técnica. En particular, promovemos el desarrollo de la robótica educativa a través de cuatro palabras claves: imaginar, diseñar, construir y programar (García, 1999), con un respaldo de veinticinco años de experiencia docente en el área, como parte de un proceso educativo que apunta a

la centralidad del estudiante y a promover el desarrollo creativo como práctica educativa.

A través del enfoque centrado en el desarrollo de proyectos basados en los intereses de los estudiantes se modifica necesariamente el rol del docente. Ya no puede tener respuestas predeterminadas a todos los problemas que surgen durante el desarrollo de las soluciones tecnológicas que den respuesta a estos, generando espacios de investigación colaborativa entre todos los involucrados. Así, el docente se transforma en un aprendiz, conjuntamente con sus alumnos, rompiendo el esquema tradicional de la enseñanza en manos de un maestro experto. En este sentido, los alumnos aprenden a aprender cuando cuentan con un maestro aprendiz (Papert, 2001).

En el presente trabajo se analiza el proceso histórico de la robótica educativa en Uruguay, la propuesta metodológica de abordaje mediante la realización de proyectos y se presentan resultados de una reciente investigación en la cual se analizan estrategias que desarrollan los docentes cuando trabajan en este tipo de prácticas abiertas.

## Antecedentes

La robótica educativa se inicia en Uruguay a principio de los noventa, en forma exploratoria con dispositivos fabricados en Argentina, y se expande con el desarrollo de interfaces nacionales, diseñadas en base de las necesidades planteadas a partir de las primeras experiencias. Durante los primeros años su alcance estuvo limitado, en la mayoría de los casos, a instituciones privadas. Si bien la educación primaria pública adquirió en 1995 equipamiento para 72 escuelas, el cambio de gobierno provocó que este proyecto quedara truncado. A fines de los noventa se adquiere equipamiento en la enseñanza profesional pública, con el objetivo de potenciar los talleres de egreso del ciclo básico (alumnos de 15 años), también con dispositivos desarrollados en el país, diseñados en forma específica para las necesidades de los proyectos y buscando la compatibilidad con el equipamiento tecnológico ya existente en los centros educativos.

Durante los siguientes años, y hasta fines de la primera década de los 2000, la robótica educativa estuvo circunscrita a experiencias puntuales, fuertemente ancladas en centros de enseñanza privada, y a cargo de profesores especializados.

En 2007, en Uruguay se crea el Plan Ceibal<sup>1</sup> con el objetivo de universalizar el acceso a las tecnologías digitales en todos los centros educativos públicos. Comenzó la distribución de laptops con conectividad a internet en las escuelas primarias de todo el país, alcanzándose la cobertura nacional en 2009. En 2010 el plan se extiende a la enseñanza media básica, alcanzándose la cobertura total en 2012.

En forma simultánea, comienzan a realizarse experiencias de robótica educativa en la educación pública, utilizando distintos dispositivos disponibles, uno de ellos generado por la Facultad de Ingeniería y diseñado especialmente para trabajar con las XO.<sup>2</sup>

En 2010 se aprueba la creación de un piloto de robótica educativa, con el fin de sentar las bases para la masificación de estas prácticas en la enseñanza pública de todo el país. Esta experiencia se expande a partir del 2012 a todos los centros públicos de enseñanza media básica y de enseñanza primaria que cuenten con horario expandido. A partir de esa instancia las actividades se multiplican en todo el país, al inicio en forma tímida y en la mayoría de los casos centrada en los prototipos propuestos en los manuales, para avanzar luego hacia desarrollos originales.

En la actualidad, la robótica educativa es una práctica muy difundida en nuestro país, junto con la programación, que inicia su proceso de madurez en la educación primaria y media básica. A modo de ejemplo, más de 1.500 personas participaron en las Olimpiadas de Programación y Robótica, y más de 1.800 personas estuvieron involucradas en la Semana de la Robótica y la Programación en Educación, con múltiples espacios de trabajo en talleres y conferencias en diversos centros educativos en todo el país.

### **Propuestas metodológicas**

La multiplicidad de sistemas y propuestas de trabajo con robótica que han inundado el mercado en los últimos años han generado diversos efectos. Una de las ventajas es el incremento de la variedad y la dismi-

1 Plan Ceibal es el nombre del proyecto de Un Laptop por Niño (OLPC) en Uruguay. Más datos en <<https://www.ceibal.edu.uy/es>>.

2 XO: nombre del laptop distribuido inicialmente por el Plan Ceibal a todos los alumnos y maestros de la escuela pública uruguaya. Funciona con sistema operativo Sugar.

nución significativa de los precios de los materiales necesarios para poder trabajar en esta línea. Asimismo, conviven diversidad de dispositivos que van desde los juguetes robotizados hasta dispositivos abiertos que permiten el desarrollo de proyectos originales.

Muchas propuestas, si bien atractivas y a veces creativas, generan el riesgo de que la robótica educativa se enseñe, en lugar de aprenderse. Un modelo de trabajo centrado en manuales, tanto de los fabricantes de dispositivos como de docentes especializados, que utiliza una guía de trabajo que especifica actividades, trabajos a realizar y resolución de problemas prediseñados podría conducir a mantener el carácter reproductivista de la enseñanza, centrándose en los contenidos a aprender y descuidando los procesos de aprendizaje.

Este peligro ha sido señalado por Kaplún, cuando sostenía:

¿No estaremos ante la vieja «educación bancaria» tantas veces impugnada por Paulo Freire, solo que ahora en su moderna versión de cajero automático? (Kaplún, 1998).

Un claro ejemplo de esta situación fue la incorporación de la programación en la educación primaria, que ocurrió a finales de los ochenta en Uruguay, donde las metodologías activas del Logo fueron transmutando a la enseñanza de la programación *per se*, para luego derivar, a fines de los noventa, en la enseñanza de utilitarios de oficina y enfocándose más en el entrenamiento que en los aprendizajes (García y Castrillejo, 2006).

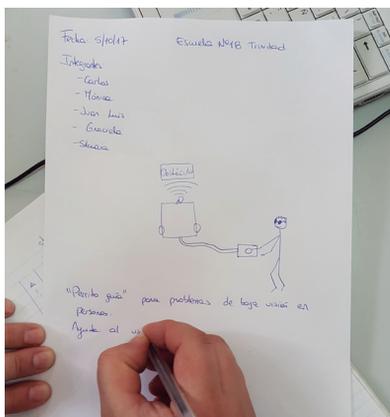
En el marco de las experiencias realizadas desde los inicios de la robótica en el país, se propone una metodología de trabajo, que denominamos de las cuatro palabras: imaginar, diseñar, construir y programar (García, 1999). De esta manera, se estimula a que el trabajo en robótica educativa implique la imaginación del robot a construir, a partir de una idea de los alumnos y buscando que resuelva un problema específico que pueda ser automatizado. Una vez acordado en el grupo el proyecto de trabajo, se comienza a realizar el diseño del dispositivo, en un ejercicio de pasar de la imaginación al dibujo de cómo sería su funcionamiento.



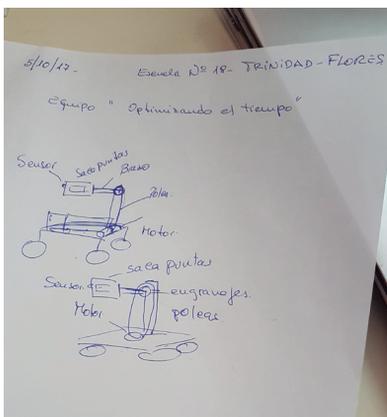
Estudiantes de magisterio discutiendo proyectos con alumnos de primaria.



Estudiantes de magisterio discutiendo proyectos con alumnos de primaria.



Diseño de una guía para ciegos, en una escuela especial.



Diseño de un dispositivo móvil con sacapuntas, para que pasee por la clase de primaria.

A partir del diseño elaborado se desarrolla la construcción del robot, para pasar luego a la programación.

Estas cuatro palabras: imaginar, diseñar, construir y programar se convierten entonces en un proceso no lineal del desarrollo de los robots.

Esta propuesta permite abordar una educación contextualizada, que tenga su centro en el estudiante. Esta centralidad está dada por su



Sistema que cambia el agua para el perro.  
Vuelca la vieja y agrega nueva.



Discutiendo la programación.

participación activa tanto en la detección del problema a resolver como de la búsqueda y resolución de este. Compartimos que: «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. Solo hay un verdadero aprendizaje cuando hay proceso; cuando hay autogestión de los educandos» (Kaplún, 1998). Esto representa, entonces, una forma de aprendizaje creativo, contextualizado y de alto valor para los procesos educativos de los estudiantes.

Una práctica generalizada es la realización de intercambios, tanto entre alumnos como entre docentes de distintos centros educativos. Una instancia de estas características, denominada RoboTeca, se realiza desde hace veinte años reuniendo a docentes y alumnos que trabajan en robótica en sus centros educativos, usando como disparador lo que Newton escribió a Hook: «Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes» (citado por Castiblanco, 2013). Así se constituyen espacios de aprendizaje colectivo que permiten avanzar a partir de los conocimientos del colectivo.

En los últimos años, además, se ha propiciado en Uruguay el trabajo en instancias de aprendizaje entre pares, por ejemplo, de estudiantes de enseñanza primaria que brindan talleres para alumnos de otros grupos y para sus maestras.

Para que estas prácticas se faciliten, el docente se transforma en un activador, cambiando su rol desde el liderazgo de la enseñanza hacia el liderazgo de los aprendizajes (Fullan y Langworthy, 2014). Cuando el docente participa activamente de los aprendizajes de los estudiantes, abierto a sus inquietudes, necesidades y enmarcados en sus propios



Alumnos de primaria dando un taller a alumnos y maestras de otra escuela.



Alumnos de enseñanza media dando un taller para adolescentes.



Alumno de primaria enseña a maestras.



Alumnos de primaria dando taller de programación en otra escuela. ¿Quién está enseñando y quién está aprendiendo?

contextos, ocurre con frecuencia que se presentan situaciones en la que no tiene todas las respuestas a las preguntas de los alumnos, por lo que necesariamente debe aprender conjuntamente con ellos.

### Los aprendizajes de los docentes

Cuando los espacios de robótica educativa están a cargo de docentes especializados, que ocurre con más frecuencia en enseñanza media, la metodología de trabajo en talleres de robótica no implica mayores de-

safios en su implementación. Sin embargo, el trabajo en enseñanza primaria es abordado en general por docentes que no han profundizado en la temática. Esto constituye un desafío, puesto que desarrollan trabajos para los que no necesariamente fueron preparados.

Para estas formas de trabajo, concordamos con Papert en que:

Los maestros aprenden a medida que enseñan. Cuando la enseñanza consistía en pararse delante de una clase y hablar, el maestro tenía que saberlo todo previamente. Cuando la enseñanza cambia hacia el trabajo con el estudiante en proyectos o buscar ideas en la red, el profesor también puede estar descubriendo. Esto no solo resuelve el problema de cómo conseguir nuevos materiales, sino que permite al profesor plantear un ejemplo de buen aprendizaje. Por lo tanto, se da una relación más humana y prosocial entre profesor y estudiante. (Papert, 2005).

En una investigación reciente (García, 2018) se analizan las estrategias desarrolladas por distintos docentes cuando se enfrentan a situaciones de aula con contenidos que no dominan. En ella se indagó en espacios de Robótica Educativa y Programación, Clubes de Ciencias y Ceibal en Inglés.<sup>3</sup>

Se observó que trabajar en espacios en los que se desconoce el contenido a enseñar coloca a los docentes en un lugar de vulnerabilidad. Esto se diferencia fuertemente del constructo social de la formación docente, donde el maestro debe no solo conocer esos contenidos, sino también tener respuestas a las preguntas o inquietudes que puedan surgir por parte de los estudiantes. Los temores a trabajar en estos espacios de riesgo se contrarrestan con las ventajas que perciben en forma directa en sus clases. Por una parte, se observa una alta motivación de los estudiantes, que se sienten protagonistas de su trabajo, así como de sus aprendizajes. Si bien estos trabajos requieren un esfuerzo adicional por parte de los docentes, también perciben una fuerte retroalimentación

3 Proyecto de enseñanza de inglés por videoconferencia, que ha permitido en Uruguay universalizar el acceso a estos aprendizajes para los alumnos de 4.º a 6.º años de enseñanza primaria. Cuenta con un docente experto que dicta su clase por videoconferencia y por dos clases adicionales con el maestro de aula, que no necesariamente conoce el idioma.

por los aprendizajes que observan en sus alumnos. Asimismo, los alumnos funcionan también como una fuerte tracción para los docentes, que son estimulados para adentrarse en estas prácticas.

Si bien posicionarse en el lugar del no saber puede implicar riesgos ante los procesos de enseñanza, esta práctica es bien vista tanto por alumnos, instituciones y familias, siempre que haya un sinceramiento de la situación. Estas visiones positivas por parte de otros miembros de la comunidad se basan también en la constatación de los resultados que se observan en los estudiantes, como la motivación y las propuestas creativas que generan. Así, los roles de enseñante y aprendiente se desdibujan, conformando grupos de trabajo compartido, donde todos aprenden juntos. En los proyectos de robótica, además, se trabaja muchas veces en desarrollos originales, lo que significa que el conocimiento efectivamente se construye y se da de forma colectiva.

El hecho de que el docente no conozca los contenidos a desarrollar no implica que no sepa enseñar. Para adentrarse en estos procesos, el docente requiere una solvencia pedagógica que le permita salir de su zona de confort. Así, el maestro es capaz de liderar una clase (aunque no lidere la enseñanza), propiciar la concentración de los alumnos y estimular su desarrollo, generando preguntas, realizando propuestas o vinculando los temas que se investigan con los contenidos curriculares.

Así, ocurre que el alumno aprende a aprender, no porque el maestro lo enseña, sino porque este se transforma en un ejemplo de aprendizaje.

Se evidencia lo que planteaba Papert (2001):

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. (Papert, 2001).

Compartir la experiencia con otros es también una importante estrategia para trabajar en este tipo de prácticas. De esta forma, no es

necesario comenzar desde cero en la temática, sino que las experiencias de unos contribuyen a los aprendizajes de los otros. Estos intercambios se dan tanto entre los alumnos como entre los docentes.

## Estrategias de aprendizaje

En la citada investigación se detectaron cuatro estrategias que desarrollan los docentes cuando están aprendiendo los contenidos conjuntamente con sus alumnos. Hemos denominado a estas estrategias: docente junto, docente adelante, docente atrás y docente en paralelo.

La estrategia *docente junto* refiere a que los aprendizajes se dan en el conjunto del docente y sus alumnos, generándose una relación horizontal entre todos, que avanzan juntos en las investigaciones. El docente se integra como un participante más del equipo de trabajo.

La estrategia *docente atrás* describe al docente que impulsa el trabajo de investigación de sus alumnos, estimulándolos a seguir avanzando en los aprendizajes, pero sin participar en forma permanente de esos procesos. Esta situación es claramente ejemplificada en una entrevista de la investigación, cuando se menciona que un inspector le preguntó a la maestra si ella sabía lo mismo que sus alumnos, a lo que ella respondió que no, que sus alumnos sabían mucho más que ella.

La estrategia *docente adelante* significa que, si bien en los espacios compartidos docentes y alumnos aprenden juntos, el docente procura profundizar en forma personal para la siguiente clase, de manera que no solo acompaña al alumno en los aprendizajes, sino también desde la enseñanza.

Por último, la estrategia *docente paralelo* representa los casos de docentes que realizan cursos de capacitación y vuelcan lo aprendido en sus aulas. De esta manera, si bien docente y alumnos aprenden lo mismo, lo hacen en distintos escenarios, en procesos vinculados pero independientes.

Cabe aclarar que, si bien cada entrevistado se posiciona fuertemente en una de estas estrategias, las cuatro son desarrolladas por todos los docentes entrevistados en alguna fase del proceso. A modo de ejemplo, en todos los casos se comienza con la estrategia adelante, donde el docente participa de una actividad de formación que lo impulsa a implementarla en sus clases.

## A modo de cierre

La experiencia de robótica educativa desarrollada en Uruguay, tanto desde los tímidos inicios como en el crecimiento exponencial que se observa en la actualidad, permite visualizar la importancia de su universalización por su alto valor educativo, así como por el entusiasmo de los docentes que se suman a estas prácticas de aprendizaje conjuntamente con sus alumnos.

Concordamos con Zapata-Ros en la necesidad de esta universalización en la educación primaria y media básica:

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 pensamiento. (Zapata-Ros, 2014).

Entendemos que la robótica educativa, entonces, es mucho más que programación, construcción o manipulación de objetos tecnológicos. Es un proceso educativo que habilita múltiples aprendizajes, en alumnos y en docentes, cuando se desarrolla en ambientes de investigación y aprendizaje compartido.

## Referencias bibliográficas

Castiblanco, O. (2013): «En hombros de gigantes». *Revista Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 8(2). Disponible en <<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/GDLA/article/view/5266/9350>>.

Fullan, M.; Langworthy, M. (2014): *Una rica veta. Cómo las nuevas pedagogías logran el aprendizaje en profundidad*. Pearson, Montevideo.

García, J. M. (1999): «Proyectos de robótica en escuelas uruguayas». *Revista Novedades Educativas*, 102, pp. 56-57. Buenos Aires. Disponible en <[http://www.argos.edu.uy/sitio/documentos/Garcia\\_Proyectos\\_robotica\\_escuelas\\_uruguayas\\_Novedades\\_educativas\\_1999.pdf](http://www.argos.edu.uy/sitio/documentos/Garcia_Proyectos_robotica_escuelas_uruguayas_Novedades_educativas_1999.pdf)>.

García, J. M. (2018): *¿Es posible enseñar cuando no se sabe? Estrategias y metodologías utilizadas por docentes en estas situaciones* (tesis de maestría), Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en: <<https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6346>>.

García, J. M.; Castrillejo, D. (2006): «Educación y tecnología. Construyendo preguntas». En Martinis, P. (comp): *Pensar la escuela más allá del contexto*. Psicolibros Waslala, Montevideo. Disponible en <[http://www.argos.edu.uy/sitio/documentos/educacion\\_y\\_tecnologia.pdf](http://www.argos.edu.uy/sitio/documentos/educacion_y_tecnologia.pdf)>.

Kaplún, M. (1998): *La gestión cultural ante los nuevos desafíos*. Disponible en <[http://www.geocities.ws/uaexam/Chasqui\\_64\\_\\_\\_Kaplun.doc](http://www.geocities.ws/uaexam/Chasqui_64___Kaplun.doc)>.

Papert, S. (2001): «¿Qué es Logo? ¿Quién lo necesita?». *Módulo Programación en la Educación Escolar*, Eduteka. Citado por García (2015), en *Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo*. Disponible en: <<https://revistas.um.es/red/article/view/240201/182941>>.

Papert, S. (2005): «¿Cómo pensar sobre tecnología y aprendizaje? Una llamada al diálogo». *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, 1. Disponible en: <<https://www.raco.cat/index.php/DIM/article/view/56096>>.

Zapata-Ros, M. (2014): *¿Por qué “pensamiento computacional”? (I)*, Disponible en: <<http://redesabiertas.blogspot.com.es/2014/11/por-que-pensamiento-computacional-i.html>>.