

## **Proyectos de robótica educativa: motores para la innovación**

**Ana Lourdes Acuña Zuñiga<sup>1</sup>**

Fundación Omar Dengo (FOD), Área de Robótica y Aprendizaje por Diseño, Costa Rica

El inicio de proyectos educativos que incluyen la robótica como recurso de enseñanza y aprendizaje requieren plantearse en función de las capacidades y desempeños que se esperan consolidar en la población meta. Estas capacidades, son el punto de partida para delinear los énfasis de contenido, los desempeños deseados, las tecnologías que se necesitan, los procesos de capacitación y seguimiento que hay que diseñar. La robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actual y pensar de los estudiantes y los educadores. Si esos cambios son visibles en la práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejara en sus acciones y productos.

Robótica educativa, innovación, Fundación Omar Dengo, informática educativa.

## **Educational robotics projects: engines for the innovation**

**Ana Lourdes Acuña Zuñiga**

Omar Dengo Foundation (FOD), Area of Robotics and Learning by Design, Costa Rica

The educative projects that include the robotics as resource of education and learning require being plan based on the skills and performances that would consolidate in the population. These skills are the start point to delineate the content emphases, the wished performances, the needed technologies, the processes of training and searching that will be necessary to design. Particularly the educative robotics is propitious to develop or to support productive, creative, digital, communicative abilities. An indicator, that shows that robotics has become an innovation engine, is observed on the change in the people's attitude and ideas, ways of present and thinking of the students specially, when they become to socialize with others. If those changes are visible now, therefore we are getting close to an innovation because the robotics will have extended its intuitions and it is reflected in its actions and products

Educational Robotics, innovation, Omar Dengo Foundation, Computer Science Technology in Education

### **1. Introducción**

Es común escuchar autoridades educativas y responsables de centros e instituciones de enseñanza, preguntar por las condiciones y requisitos para implementar proyectos educativos que incluyan la robótica. En la mayoría de los casos estas necesidades surgen por el impulso que marcan los avances tecnológicos o por una necesidad de insertar agentes tecnológicos innovadores en la educación ganar reconocimiento social. Preocupada por las repercusiones que esos impulsos, comparto este escrito, que reúne las principales lecciones aprendidas a partir de la ejecución de proyectos de robótica educativa en Costa Rica [1] y que podrían usarse como referente para otras experiencias. En la primera sección se conceptualizan los términos y se comparten las lecciones, se concluye con una reflexión sobre la robótica con agente de innovación para el aprendizaje.

### **2. Robotica como proyecto educativo**

---

<sup>1</sup> [ana.acuna@fod.ac.cr](mailto:ana.acuna@fod.ac.cr) o [robotica@fod.ac.cr](mailto:robotica@fod.ac.cr)

Concebimos la robótica educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales para hacer y aprender sobre la robótica. Este contexto involucra a quienes participan, en el diseño y construcción de creaciones propias (objetos que poseen cuerpo, control y movimientos), primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador llamadas simulaciones o prototipos. Estas creaciones pueden tener su origen, en un referente real, por ejemplo: un proceso industrial automatizado, en el que los estudiantes recrean desde la apariencia de las máquinas hasta las formas de movimiento o de interactuar con el ambiente; entonces nos encontramos ante una simulación; o prototipos que corresponden a diseños totalmente originales, como por ejemplo el diseño y control de un producto que resuelve un problema particular de su escuela, de su hogar o comunidad; de una industria o proceso industrial. Igualmente las producciones de los estudiantes podrían integrar ambas: prototipos y simulaciones.

En esta época, la robótica educativa se posiciona como un elemento nuevo y necesario de conocer por las nuevas generaciones. Las empresas e industrias han incorporado procesos de producción y múltiples elementos tecnológicos que incluyen automatismos y control de procesos. Los ingenieros mecánicos, electrónicos y más recientemente los informáticos han asumido un papel protagónico en estos desarrollos. Sin embargo, existe la demanda de las poblaciones jóvenes de contar con opciones de formación en esa especialidad.

Paralelo a las demandas de formación, nacen desarrollos y nuevas tecnologías que intentan acercar estos conocimientos a los niños y jóvenes impulsando a las escuelas para que los inserten como recursos en los procesos de enseñanza. La experiencia liderando y asesorando proyectos, nos dice que la primera razón para iniciar un proyecto educativo no es lo tecnológico, sino lo humano. Se trata entonces, de pensar y definir con antelación, las habilidades sociales, cognitivas y tecnológicas a propiciar y los niveles de comprensión que se promoverán antes de elegir los recursos tecnológicos.

Como proyecto educativo entendemos, al conjunto de experiencias que involucran enseñanza y aprendizaje en un área de contenido particular, que se ejecutan en un conjunto de instituciones de un país, una región e incluso internacionalmente y que atienden ejes rectores, legislativos, metodológicos, y didácticos similares. Es decir, un proyecto educativo reúne un conjunto de instituciones que ejecutan la misma propuesta pedagógica y administrativa en función del logro y consolidación de ciertos aprendizajes en la población meta que benefician.

En el caso de Costa Rica [2], los proyectos de robótica educativa se concentran en la concreción de ciertos desempeños y habilidades relacionadas al diseño y fluidez tecnológica, como son el trabajo por proyectos para el diseño de prototipos y simulaciones; la resolución de problemas comunales; la comprensión y simulación de procesos de producción o industriales; el diseño, control y automatización de mecanismos, la evaluación de productos y la socialización de resultados. Procurando así, crear puertas y visiones nuevas en los estudiantes, no sólo en los aspectos que caracterizan la robótica sino, en la generación de contextos y ambientes de aprendizaje óptimos para la creación, la innovación y propulsores de ideas y valores que puedan ser trasladados a la cotidianidad o como metas de especialización en un futuro.



Fig. 1: Estudiantes y maestra en sesión de introducción a la construcción y programación Agosto 2005 Heredia –

## 2. Lecciones aprendidas

### 2.1 Marco Pedagógico

Todo proyecto educativo debe enmarcar su accionar a la luz de un marco pedagógico elocuente y fácilmente comprensible para quienes tienen la tarea de ejecutarlo.

Basados en el constructivismo [3] como enfoque pedagógico esencial, hemos optado por el enfoque de la Enseñanza para la comprensión [4] como propuesta curricular y el enfoque de aprendizaje basado en proyectos (EAP) como marco metodológico. Estos enfoques facilitan la inclusión de diversas áreas de contenido donde los estudiantes alcanzan profundas comprensiones. Pero obliga a delimitar los desempeños deseados y los productos esperados. De lo contrario la propuesta didáctica queda reducida a una metodología sin propósitos claros.

Los énfasis de contenido se valoran frecuentemente. Iniciamos con una propuesta donde los estudiantes escogen los temas de interés, los estudiaban y luego construían una representación con robótica. Los estudiantes optaban por proyectos que se representaban (construían y programaban) fácilmente como máquinas u objetos aislados y sin relación con respecto a otras construcciones creadas por estudiantes de su mismo grupo, por ejemplo: hacían diferentes tipos de vehículos sin encontrar las relaciones con otros medios de transporte o construían animales sin estudiar las agrupaciones, características o formas de vida de esos grupos.

Habría robótica en los productos que los estudiantes hacían porque, construían, programaban y controlaban los productos, pero no se observaba ninguna incidencia en las formas de pensamiento y comprensión en los estudiantes referente al tema y trabajo colaborativo entre ellos. Por lo tanto, queríamos superar las representaciones robóticas y aprovechar ese recurso para apoyar los procesos de pensamiento y comprensión conjunta. Iniciamos con los educadores, caracterizando los niveles de profundización temática y los desempeños esperados tanto en conocimiento como en la fluidez requerida, luego mejoramos las estrategias metodológicas que ellos diseñaban y depuramos los procesos de capacitación en función de eso.

Delimitamos los temas, consiguiendo que los proyectos se concentraran en la simulación, comportamiento y funcionamiento real de procesos industriales y productivos, de sitios, de eventos o sobre la resolución de problemas comunales. Esa delimitación a crear diversidad de proyectos grupales que atendían un único eje temático pero consiguiendo mayor especialidad a partir de la investigación y estudio. Algunos ejemplos que ilustran este caso son: Simulación del proceso para transformar una materia prima en producto; factores que deben ser considerados para la creación de un sistema de seguridad comunal; incidencia de la basura en la salud y ornato de la comunidad; los animales en peligro de extinción en la comunidad.

Con estas estrategias hemos logrado que los estudiantes tengan mejores niveles de comprensión relacionados con los temas y muestren mejores representaciones en sus construcciones y programaciones, al tener un referente real sobre el cual están trabajando e intentando simular.

Con este tipo de propuestas los conocimientos correspondientes a la robótica saltan por su propio peso. Resulta obligado insertar sistemas de engranes y estudiar su teoría para poder lograr los efectos de velocidad y fuerza requeridos, es decir los estudiantes deben comprenderla para poder aplicarla y usarla sin restricciones en sus creaciones. Es necesario programar estructuras condicionales pues sin ellas no es posible simular comportamientos que se vean afectados por el ambiente. Se requiere trabajar las estructuras de los objetos a escala y cuidando los acoples pues de lo contrario sería imposible el ensamble de todas las partes en una sola estructura.

En resumen, nos concentramos en el fortalecimiento de habilidades que tienen posibilidad de ser descubiertas o mejoradas como son: el planeamiento, la creatividad, el diseño, la valoración de

productos, el automatismo y control, la resolución de problemas, entre otras. La robótica es un recurso para facilitar el aprendizaje y las habilidades creativa y en fluidez tecnológica [6] y no un fin es si mismo.

## 2.2 Ambiente de aprendizaje

Por ambiente de aprendizaje entendemos las relaciones e interacciones que ocurren en el aula entre los estudiantes y educadores, y entre ellos con los recursos. Por lo tanto, el ambiente de aprendizaje al igual que los lineamientos pedagógicos, deben preverse y organizarse en función de las habilidades o desempeños deseados.

Un factor muy importante de este rubro es la población a beneficiar. En educación históricamente se han conformado los grupos de estudiantes, según edad y madurez. Sin embargo, la experiencia nos ha demostrado que aquellos grupos que integran estudiantes de diversas edades, procedencias y estados de madurez resultan más productivos y creativos que los conformados con ciertas uniformidades. En realidad, la diferencia en los procesos de aprendizaje en robótica parece estar definida por la oferta pedagógica que se disponga. Así proyectos que requerirán mayores niveles de profundización y estudio o investigación resultarán más difíciles para estudiantes que no poseen experiencia y conocimiento en esas áreas. Por lo tanto, lo mejor es respetar la diversidad y adecuar la propuesta según las capacidades que muestren o vayan desarrollando los estudiantes.

Un segundo factor, es el educador o profesional que mediará o facilitará el aprendizaje junto a los estudiantes. Una característica muy importante de esa persona es la disposición o actitud positiva que muestre hacia la tecnología. Ella se destaca por el gusto hacia, lo innovador, lo creativo y cambiante. Pero ante todo, deberá poseer vocación hacia la enseñanza, gusto por compartir lo que sabe y estar dispuesto a aprender de y con sus estudiantes. Si los profesores no cuentan con una especialidad en robótica, entonces el proyecto educativo para el cual labora deberá asumir este proceso. Las personas con formación en informática educativa, ciencias, ingeniería, computación se desempeñan muy bien. Lo ideal es contar con profesionales que posean ambas áreas de estudio, la informática y la educación y con algún curso o conocimiento en robótica.

## 2.3 Recursos tecnológicos

¿Cómo anticipar cuánto equipo y de qué características debe ser para acondicionar las salas de robótica?. Los criterios deberían estar determinados por en las particularidades de la propuesta pedagógica y el ambiente de aprendizaje. Algunas inquietudes a contestar antes de concretar este rubro son:

- Qué y como serán los proyectos que los estudiantes harán: grupales, individuales, pequeñas construcciones o mecanismos particulares.

- Qué cantidad de estudiantes se beneficiará. Si hay mucha demanda de recursos tecnológicos entonces hay que atender a los grupos en periodos continuos, porque no sería posible desarmar y armar en cada lección.
- Cuáles recursos tecnológicos son esenciales y cuáles pueden ser sustituidos por otros de menor costo. Por ejemplo la cantidad de motores, sensores, luces, sirenas, interfases (RCX, Handy crickets, GOGO Boards, Pico) que se adquieran dependerán de la cantidad de máquinas que se disponen y de la cantidad de estudiantes a atender. (Ver Fig. 2)
- Qué tipo de mecanismos se van a construir. Si la propuesta impulsa el estudio de mecanismos, entonces debe disponerse muchas: maquinas simples y operadores mecánicos. Igualmente puede optarse por trenes de engranes recuperados de equipos electrónicos o tecnológicos en desuso, como son: unidades de CD, juguetes de control, engranes de impresoras, escáner u otros. Pero se requiera herramientas que permitan desarmar, cortar, soldar y pegar.



**Fig. 2.** Construcción de un puente peatonal que brinde los requisitos de accesibilidad y seguridad a las personas, de la comunidad. Creado por un grupo de estudiantes entre 9 - 12 años, fue construido con materiales re-usados extraídos de computadores en desuso, programado con Logo Blocks y controlado con handy cricket. San José Costa Rica, mayo 2006.

#### 2.4 Capacitación y seguimiento

La capacitación, pilar de todo proyecto educativo toma forma en función de las habilidades que el proyecto busca desarrollar. En Costa Rica ante la ausencia de la especialidad en robótica educativa, la FOD [5] hace el diseño, ejecución y evaluación de los procesos de capacitación de los educadores. Los énfasis y planteamientos se han creado en función de las necesidades del proyecto. Algunas variables consideradas son: desempeños cognitivos y sociales que el proyecto educativo aspira alcanzar en los beneficiados, formación académica, recursos tecnológicos que el proyecto tiene, tiempos de ejecución presencial y en línea que se requieren.

Lo óptimo es contar con grupos de 20 personas si se cuenta con recursos suficientes para trabajar en parejas. Propuestas que simulan las ejecuciones y resultados esperados según la propuesta son las ideales y más efectivas, si se desea que ellos pongan o lleven a la práctica los conocimientos en un corto plazo[2]. Periodos concentrados de 40 horas y distanciados a lo largo del año, han resultado muy efectivos en nuestro caso.

El seguimiento, entendido como la acción de apoyar y orientar al docente en su salón de clase, es otro elemento esencial y requerido. Para ello es necesario disponer de asesores o personal especializado en el campo de la robótica, la investigación y la educación, que conocen muy bien la propuesta pedagógica pero, también cuenta con experiencia desde la práctica trabajando con estudiantes. Esa combinación facilitará un apoyo más efectivo porque podrá ofrecer insumos con conocimiento de causa. En el seguimiento lo ideal es que el educador sienta el apoyo y la confianza de quienes le asesoran para que pueda plantear sin temores sus debilidades y fortalezas.

Dependiendo de la magnitud del proyecto educativo es fundamental disponer de los medios electrónicos o recursos financieros para monitorear el proyecto globalmente. Esto facilita la toma de decisiones y permite construir una visión más cercana de los resultados y necesidades que el proyecto esta necesitando. .

#### 2.5 Apoyo financiero y político

Los proyectos de robótica educativa requieren del respaldo financiero y académico a largo plazo. Las experiencias de aprendizaje con estudiantes o educadores no pueden ser cortas y esporádicas, sino sostenidas y continuas. Algo esperado en nuestro caso es la inclusión de la robótica como parte de la oferta curricular de las universidades, campo que la informática educativa.

### **5- Robótica e innovación**

En el sector educativo hablamos de innovación como un proceso que permite incorporar cambios en las formas de hacer, de pensar y de vivir. Regularmente las situaciones que son valoradas como innovaciones surgen a partir de la necesidad de resolver problemas particulares o de atender necesidades y demandas. Es común que ocurran y no sean identificadas sin embargo, algo ha observar es que realmente, esta iniciativa se gestó y consolidó cambios fácilmente identificables. “Una innovación es un proceso de gestión de cambios específicos, en ideas o instrumentos, hasta su consolidación” [7]

La robótica como proyecto educativo es innovación en el tanto, implique y beneficie a las personas para las cuales fue creada, y sea asumida e incorporada como práctica cotidiana. Su razón de ser podrá ser establecida si los educadores y estudiantes muestran y conservan actitudes y sentimientos sostenidos a lo largo del tiempo y mientras esté en ejecución.

Un indicador de que la robótica es el resultado del motor de innovación, es mirar el cambio en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actual, pensar y hacer de los involucrados. Si eso es visible desde la práctica entonces estamos ante una innovación.

## Conclusiones

Para constituir la robótica educativa como un proyecto educativo es requisito la definición de un marco pedagógico, administrativo y técnico claro y coherente. Que sea apoyado financiera y políticamente para concretar una ejecución efectiva. Estos marcos deben considerar aspectos de apropiación, desempeño cognitivo y social esperados en la población meta, y deben caracterizar el ambiente de aprendizaje, la capacitación de los educadores y el seguimiento o acompañamiento que se les brindará.

Una buena razón para considerar la robótica como un motor de innovación en los contextos educativos, esta asociada a las posibilidades que brinda para insertar cambios relevantes en las formas de enseñar y aprender de los estudiantes y la factibilidad que muestra para consolidarse e incorporarse como una práctica regular y cotidiana en los procesos de enseñanza. Esta propicia para involucrar a los estudiantes en experiencias que requieran habilidades de colaboración, resolución de problemas, diseño tecnológico y creatividad.

## Referencias

- [1] **Fundación Omar Dengo** *Educación y tecnologías digitales. Cómo valorar su impacto social y sus contribuciones a la equidad*. FOD - 1 a. ed. San José, 2006, p. 19
- [2] **A. Acuña** (2004). Robótica y aprendizaje por Diseño en EDUCACIÓN AÑO XLVIII- XLIX, No 139-140, I-II, [en línea] <http://www.educoas.org/portal/bdigital/lae-ducacion/home.html> [consulta]: agosto 2006
- [3] **Papert Seymour**. (2003). *La máquina de los niños. Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Paidós, Barcelona España p. 151-169
- [4] **David Perkins** (2006). *Hacia una cultura de pensamiento*. Conferencia, Buenos Aires Argentina (julio 06) en [http://www.llibro.com.ar/32feria/educativas/html/archivo/conferencias/perkins\\_david.html](http://www.llibro.com.ar/32feria/educativas/html/archivo/conferencias/perkins_david.html)
- [5] **FOD** (2006) Talleres de capacitación con educadores 2006. [en línea] <http://fodweb.net/robotica/index.htm>. Experiencias/actividades [consulta]: agosto 2006
- [6] **enGauge®** (2003) *21st Century Skills: Literacy in the Digital Age* (junio 2006). En <http://www.ncrel.org/engauge/skills/skills.htm>. p. 14
- [7] **De la Torre Saturnino** (1998). *Cómo innovar en los centros educativos. Estudios de casos*. Editorial escuela española, Madrid, España p. 19