

Robótica: para el desarrollo de habilidades en diseño con niños, niñas y jóvenes en América Latina. La estrategia metodológica

Ana Lourdes Acuña Zuñiga¹

Fondo Regional para la Innovación Digital en América Latina y el Caribe (FRIDA) y Fundación Omar Dengo (FOD), Área de Robótica y Aprendizaje por Diseño, Costa Rica

Robotics: creative spaces for the development of design abilities in children and young people in Latin America. This is a methodology to implement educational robotics with low cost that seeks to stimulate the development of the creative abilities in design, technological management, team work strategies and problem resolution skills of the population. This proposal is favorable for involving the students in processes of technological design that facilitates the understanding of measurement systems, creations of three-dimensional structures on scale, and selection, recovery and adjustment of materials for the creation of prototypes. In regard to technological fluency, it stimulates the identification, use, adjustment, manipulation, and the control and programming of recovered electronic components of equipment in disuse, identification of mechanisms and its structural adaptation. Finally, in relation to project-based approaches, the initiative is planned, created, valued and developed by proposing the solution of a problem that affects the community.

Educational Robotics, design, technological fluidity, creativity, resolution of problems

Es una metodología para implementar robótica educativa a bajo costo, que busca estimular el desarrollo de las capacidades creativas, habilidades en diseño, fluidez tecnológica, trabajo en equipo y resolución de problemas en niños, niñas y jóvenes de América Latina. La propuesta es propicia para involucrar a los estudiantes en procesos de diseño tecnológico que favorece la comprensión de los sistemas de medida, creaciones de estructuras tridimensionales a escala; selección, recuperación y adecuación de materiales para la creación de prototipos. En fluidez tecnológica incentiva: la identificación, uso, adecuación, manipulación, control y programación de componentes electrónicos recuperados de equipos en desuso, identificación de mecanismos y su adaptación a estructuras. En cuanto al trabajo por proyectos, se planifica, crea, valora y concreta un proyecto grupal que propone la solución de un problema que afecta su comunidad

Robótica educativa, diseño, fluidez tecnológica, creatividad, resolución de problemas, FRIDA, FOD

1- Introducción

La robótica educativa, surge de las investigaciones y desarrollos emprendidos en los años 60 por Seymour Papert y otros investigadores del Laboratorio de Medios del Massachusetts Institute of Technology (MIT) quienes crearon dispositivos tecnológicos que permitan a los niños construir edificios y máquinas.

En la década de los 80, esos juguetes ya habían llegado a las escuelas, y las preocupaciones acerca de, qué hacer con ellos, también. El mismo Seymour Papert, quien propone el construccionismoⁱⁱ, es hasta 1993, en su libro *La Máquina de los niños*, en el capítulo 9 *Cibernética*, donde declara la necesidad de crear una nueva “materia” menos “restringida” ... en la que el conocimiento se valora por la utilidad, por ser compatible con los demás y por adecuarse al estilo personal de cada uno^[1].

Esa materia “Cibernética” que regresa la tortuga de la pantalla Logo al exterior para que los niños puedan construir cosas con sus manos (no necesariamente tortugas), es lo que para los efectos de esta inves-

¹ ana.acuna@fod.ac.cr o robotica@fod.ac.cr

tigación llamaremos “Robótica Educativa” donde los únicos límites que encuentran los niños para pensar “cibernéticamente” son la “imaginación y las destrezas técnicas”

Para efectos de esta investigación, concebimos la Robótica Educativa como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales e involucra a quienes participan en el diseño y construcción de creaciones propiasⁱⁱⁱ, primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador. Estas creaciones pueden originarse a partir del estudio de realidades, por ejemplo, la apariencia, las formas de movimiento o de interactuar con el ambiente de un conjunto de mecanismos; integrados en un proceso de producción o en un sitio específico. Luego son reproducidas total o parcialmente –simulaciones– por los estudiantes integrando la robótica. Otros productos pueden ser prototipos que corresponden a diseños originales inspirados a partir del estudio de una situación problema particular o de la imaginación y creatividad personal o grupal. Igualmente es posible encontrar creaciones que combinan tanto prototipos como simulaciones.

A partir de la experiencia (1998-2006) con proyectos que incluyen la robótica como recursos de aprendizaje la Fundación Omar Dengo de Costa con el apoyo del Fondo Regional para la Innovación Digital en América Latina y el Caribe (FRIDA) gestó este proyecto de investigación que se espera, brindar insumos para fortalecer y renovar el sistema educativo latinoamericano, ofreciendo opciones de aprendizaje que incluyan la robótica con recurso digital.

Robótica: espacios creativos para el desarrollo de habilidades en diseño para niños, niñas y jóvenes en América Latina” (proyecto FRIDA-FOD), es una metodología para implementar robótica educativa a bajo costo, que busca estimular el desarrollo de las capacidades creativas, habilidades en diseño, fluidez tecnológica, trabajo en equipo y resolución de problemas en niños, niñas y jóvenes de América Latina.

En este artículo se comparten los resultados parciales correspondientes a la validación de la metodología pedagógica que se diseñó en el contexto de la investigación. La validación se hizo en función de la factibilidad, incidencia y habilidades que la propuesta promueve. A continuación se presentan los principales desarrollos de este proceso.

2. Enfoque teórico-pedagógico

2.1 ¿Por qué habilidades en diseño, fluidez tecnológica y creatividad?

Según las investigaciones de enGauge® [3] nos encontramos inmersos en una sociedad basada en el conocimiento y es necesario crear propuestas educativas que pongan énfasis en el desarrollo de habilidades que preparen exitosamente a los estudiantes para la vida, el aprendizaje y el trabajo. Ellos agrupan estas habilidades en cuatro áreas: alta productividad, mentalidad creativa, era digital y comunicación eficaz:

En concordancia con los planteamientos de enGauge®, desde su diseño el proyecto FRIDA-FOD proponía fortalecer áreas que resultaran afines con ese planteamiento, las que hemos considerado como soporte teórico para la investigación, estas relaciones se muestran en cuadro 1.

Cuadro 1: Relaciones entre habilidades de enGauge con las propuestas para el proyecto FRIDA-FOD

enGauge®	Propuesta de robótica FRIDA-FOD	
Mentalidad creativa	Creatividad	Diseña, construye y programa prototipos y simulaciones usando recursos tecnológicos especializados para hacer robótica educativa.
Alta productividad	Diseño	Aplica los procesos de diseño tecnológico para hacer sus creaciones: idea, selección de producto, diseño, construcción, valoración, rediseño.
Comunicación eficaz	Resolución de problemas	Reconoce un problema, estudia sus causas y anticipa consecuencias. Propone soluciones y se integra activamente a grupos con otros compañeros, para buscar la solución.
Era digital	Fluidez tecnológica	Reconoce y caracteriza el grado de inteligencia de un producto hecho en robótica. Integra conocimientos de electrónica, programación y operadores mecánicos para construir y valorar sus producciones y las de los demás (programación, operadores mecánicos, electrónica).

Entre el 2004-2006 se diseñó y validó la propuesta metodológica, conteniendo el marco teórico-pedagógico, administrativo y técnico que permite a administradores y educadores, orientar los procesos de aprendizaje de sus estudiantes usando la robótica como recurso de apoyo. El marco teórico-pedagógico contiene los fundamentos epistemológicos y pedagógicos sobre los que se sustenta el proceso de enseñanza-aprendizaje. Así como una propuesta de contenido y un conjunto de estrategias didácticas que hacen posible su desarrollo en el salón de clase. El marco administrativo, orienta las acciones logísticas y los requerimientos académicos o de formación del recurso humano, a tener en cuenta y que garantizan las condiciones para el buen desarrollo de la propuesta. El marco tecnológico caracteriza los recursos tecnológicos necesarios para ejecutar la propuesta.

En cuanto a la propuesta tecnológica se decidió independizar su abordaje de las plataformas tecnológicas existentes. El estudio se hace desde los conceptos. Esto da la posibilidad a las organizaciones de implementar la propuesta libremente usando los recursos tecnológicos que tengan en sus países. No obstante la propuesta, sí se incluyen las condiciones en cuanto a cantidad y versatilidad que deberán cumplir esos equipos.

La propuesta metodológica toma como estrategia didáctico-metodológica base, el Enfoque de Aprendizaje basado en proyectos [4]. Durante su desarrollo se abordan tres módulos de contenido que estudian alternadamente, aspectos relacionados con el diseño, la creatividad, la resolución de problemas, la programación y el funcionamiento de mecanismos, la construcción de estructuras, trabajo en equipo, entre otros. Estos módulos de contenido se agrupan en tres apartados: diseño, fluidez tecnológica y creatividad.

2.2 Robótica a bajo costo.

Uno de los énfasis del proyecto es poner a disposición la robótica como una opción educativa asequible y de bajo costo. Los desarrollos tecnológicos para hacer robótica educativa, están en auge y han recibido, los aportes y avances tecnológicos relacionados con la comunicación, almacenamiento automatismo y control. Sin embargo, los costos son muy altos para aquellas propuestas educativas que participan a muchos estudiantes y cuidan la equidad.

La robótica, involucra la realización de creaciones externas que consumen muchos equipos para hacer estructuras y mecanismos y que no son posibles armar y desarmar cada vez que concluye una sesión de

trabajo. Estas producciones se parecen a las obras de arte, donde sus creadores requieren tiempo, recursos, y mucho pensamiento para poder concluirlos.

Ante ésta realidad, el proyecto FRIDA-FOD optó por estudiar y seleccionar aquellos componentes que resultan indispensables para hacer robótica educativa e imposibles de sustituir o replicar con recursos y conocimiento local; y propone una oferta educativa en la es posible compartir el mayor número de recursos físicos, sin afectar las producciones de los creadores. Bajo ese contexto se determinó lo siguiente:

- Las computadoras, algunos sensores y las interfases (dispositivos) de comunicación son indispensables, por lo tanto deberían comprarse; siempre y cuando cumplan con los requisitos para facilitar la ejecución de la propuesta pedagógica. Se dio prioridad al software de libre acceso y para la construcción de estructuras y mecanismos, se decidió prescindir de los equipos disponibles en el mercado y se buscaron opciones alternativas provenientes de equipos reutilizables, como artefactos en desuso, que facilitaban los mismos efectos y grados de comprensión esperados en la población meta.

3- Metodología

Este proyecto se gestó bajo el marco de una investigación acción, en la que se diseñó y validó la propuesta metodología, tuvo una duración de 2 años de los cuales, el primer y último semestre se usaron para diseño y ajuste de las producciones y el resto del tiempo para la validación de la metodología. Los criterios de validación estuvieron concentrados en:

- Factibilidad y nivel de exigencia de la propuesta con relación al tiempo de ejecución de las actividades, logro de objetivos y contenidos, dificultades y ventajas demostradas en estudiantes y educadores, fluidez tecnológica requeridas para su ejecución.
- Incidencia, se identificaron las variantes en creencias y conocimientos de estudiantes y educadores respecto a la robótica.
- Habilidades y desempeños que la propuesta metodológica propicia en los estudiantes.

Los datos fueron recogidos en un plazo de 10 meses durante 5 ejecuciones de la metodología con diferentes grupos y educadores. La propuesta se ejecutó en sesiones de 4 horas semanales durante 10 semanas y beneficio a 117 estudiantes entre los 8 y 15 años y 5 educadores quienes fungieron como observadores participantes.

4. Resultados

La propuesta creada en el marco del proyecto FRIDA- FOD propicia habilidades y desempeños asociados con:

- En **diseño** los estudiantes identifican y comprenden los procesos del diseño tecnológico.
- **Fluidez tecnológica** en *electrónica*, recuperan apropiadamente los componentes eléctricos para hacer robótica que están ubicados en aparatos o artefactos en desuso y valoran su estado para adaptarlos, o para incorporarlos a diseños propios. En *operadores mecánicos*: usan trenes de engranes y poleas para hacer efectos de movimientos en las estructuras robóticas creadas y controlan los efectos de fuerza y velocidad desde el ensamble de los mecanismos. En *programación*, crean programas de control para los mecanismos construidos y les insertan efectos de interacción



Jóvenes proponen a la comunidad, la construcción de un puente con accesibilidad por rampas y ascensores. Fue construido con materiales reusados, programado con Logo Blocks y controlado con Criquets.

(Taller 5, 25 julio grupo B, junio 2006)

con el ambiente usando sensores y estructuras de programación cíclica y condicionada.

- En **creatividad** y **resolución de problemas**: diseñan, construyen y ensamblan representaciones para simular la solución de un problema comunal. Cuidan la apariencia, ajuste, color, funcionalidad y versatilidad en sus productos, e integran a diez o más compañeros en un mismo desarrollo.

La propuesta metodológica tiene un alto grado de factibilidad y posibilidades de replica en otros contextos, o países, pero exige desempeños y conocimientos mínimos en los educadores (Edu) y en los estudiantes (Est), tal como lo muestra el cuadro2

Cuadro 2: Valoraciones de factibilidad, incidencia y exigencia de la propuesta

Variables	Est	Edu	Observaciones
Factibilidad	alto	alto	Se recomiendan 14 semanas de ejecución y sesiones 3 horas.
Incidencia	alta	medio	Incide en las creencias acerca de la robótica, en las formas de hacer y pensar, produjo cambios en las metodologías de trabajo y organización
Exigencia	Alta	media	Se requiere capacitación y conocimientos básicos en robótica educativa

4. Conclusión

Esta propuesta educativa que inserta la robótica como recurso tecnológico de apoyo a los procesos de pensamiento y creación de niños y jóvenes, se proyecta como una alternativa educativa para renovar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se apoyan en las tecnologías digitales. La metodología es factible de replicar en contextos formales e informales siempre que se cuente con los recursos tecnológicos mínimos para su ejecución. Su planteamiento da opciones para atender varios grupos de estudiantes sin afectar sus creaciones y es independiente de las aplicaciones tecnológicas existentes para hacer robótica educativa. Conduce los procesos de aprendizaje de los estudiantes y educadores por áreas nuevas de conocimiento cómo son: el diseño tecnológico, la programación, la resolución de problema, la electrónica y las reúne en un único contexto que involucra al grupo de estudiantes en el desarrollo de un proyecto que resuelve una problemática de su comunidad.

El principal desafío que este proyecto plantea a las comunidades educativas latinoamericanas es la búsqueda de recursos y el apoyo de las autoridades administrativas, para hacer posible que la metodología validada en este contexto, pueda ser implementada, como una práctica regular en sus ambientes de aprendizaje.

ⁱ **MIT:** Laboratorio de Medios del Massachussets Institute of Technology

ⁱⁱ **Construccionismo:** concede especial importancia al papel que pueden desempeñar las construcciones en el mundo como apoyo de las que se producen en la cabeza.

ⁱⁱⁱ **Creaciones propias:** Objetos de invención propia que poseen cuerpo, control y movimientos.

Referencias

- [1] **Papert, Seymour**, (1981). Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas. [Desafío de la mente]. Buenos Aires, Galápagos. p. 195-197
- [2] **Papert Seymour**. (1993). La máquina de los niños. Replantarse la educación en la era de los ordenadores. Paidós, Barcelona España p. 197-199.
- [3] **enGauge®** (2003) 21st Century Skills: Literacy in the Digital Age (junio 2006) en <http://www.ncrel.org/engauge/skills/skills.htm> p. 14
- [4] **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/lac-ducacion/home.html> [consulta]: agosto 2006