

Artículo original

La robótica educativa en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de educación básica regular

Educational robotics in the learning of geometry in students of the regular basic education

Guillermo David Morales Valencia¹

Cerapio Quintanilla^{2, b}

¹ Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

² Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

^b ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7639-3785>

quintanilla.cn@unh.edu.pe

Información

Recibido: 07/04/2018.

Aceptado: 24/08/2018.

Palabras clave:

Robótica educativa, polígonos, enseñanza, aprendizaje, Geometría.

Resumen

El propósito del trabajo de investigación fue utilizar la robótica educativa como herramienta para el aprendizaje de los polígonos regulares en los estudiantes del 2do grado de educación básica regular. El proyecto se organizó en cinco módulos orientados al desarrollo de polígonos regulares, cuyas sesiones se desarrollaron a través de actividades investigativas y aplicativas de acuerdo al módulo. Como herramienta se utilizó el robot LEGO MINDSTORM EV3 que permitió a los estudiantes comprender el concepto de polígonos regular; para tal efecto se trabajó en cinco grupos, cada uno con un robot, además cada estudiante diseñó su propia programación. Los resultados del uso de la robótica educativa, como herramienta para la construcción del concepto de polígono regular, permitió comprender y conceptualizar los conceptos de polígonos regulares y al trabajar en equipo desarrollaron habilidades comunicativas, críticas, creativas y habilidades en el uso de las tecnologías.

Information

Keywords:

Educational robotics, polygons, teaching, learning, Geometry.

Abstract

The purpose of the research work was to use educational robotics as a tool for learning regular polygons in students of the 2nd grade of regular basic education. The project was organized in five modules oriented to the development of regular polygons, whose sessions were developed through investigative and application activities according to the module. As a tool, the LEGO MINDSTORM EV3 robot was used, which allowed students to understand the concept of regular polygons; For this purpose, five groups were worked on, each with a robot, and each student also designed their own programming. The results of the use of educational robotics, as a tool for the construction of the concept of regular polygon, allowed to understand and conceptualize the concepts of regular polygons and by working as a team they developed communication, critical, creative skills and skills in the use of technologies.

INTRODUCCIÓN



Desde la década de los setenta, la robótica ha despertado un especial interés por los aportes que puede realizar a los procesos educativos (Ruiz, 1987), asimismo las empresas e industrias han incorporado procesos de producción y múltiples elementos tecnológicos que incluyen automatismos y control de procesos (Moreno; Muñoz; Serracín; Quintero; Pittí y Quiel, 2012).

1.1. Robótica educativa

Hay diferentes formas de concebir la robótica educativa en el campo de la educación; la robótica educativa como recurso didáctico (Pitty, 2012), la robótica educativa como herramienta (Moreno; Muñoz; Serracín; Quintero; Pittí, Kathia; Quiel, 2012), la robótica educativa como estrategia para la

enseñanza (Barrera, 2014) y la robótica educativa como herramienta mental (Mikropoulos, Bellou, 2013).

La robótica educativa parte del siguiente principio piagetiano, no existe aprendizaje si no hay intervención del estudiante en la construcción de su aprendizaje; por el cual se permite explorar el conocimiento y llevarlo a solucionar problemas a través de la elaboración de modelos. Por tanto, la robótica educativa es una disciplina que permite concebir, diseñar y construir de forma tangible modelos que simulen algún elemento de la realidad. Esta integración e interrelación se vuelve significativa al establecerse una conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica, complementándose la integración con la concepción del diseño y la construcción de dichos modelos (Gallardo y Calagua, 2012; González España y Jiménez Builes, 2009).

	
<p>Figura 1. Kit lego WeDo.</p> <p>https://education.lego.com/en-us/products/lego-education-wedo-construction-set/9580.</p>	<p>Figura 2. Kit Lego Mindstrom NXT.</p> <p>http://www.robotic-lab.com/blog/reportajes/lego-mindstorms-nxt</p>

La robótica educativa favorece el desarrollo de las habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas, actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores (Pozo, 2005). Si esos cambios son visibles en la práctica cotidiana, entonces estamos ante una innovación porque la robótica habrá trascendido sus intuiciones y se reflejará en sus acciones y producto (Acuña Zúñiga, 2006). 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 (Acuña Zúñiga, 2006, p. 1); integrando las asignaturas tradicionales (Matemáticas, Física, Informática) en más atractivas e integradoras, al crear entornos de aprendizaje propicios que recreen los problemas del ambiente que los rodea. Hoy en día la robótica se ha integrado en algunos programas de las escuelas primarias y secundarias, e incluso en los jardines de infancia. Esto se debe en parte, a que la robótica provoca un alto nivel de atracción para los niños y jóvenes; muchas actividades educativas dependen de esta fascinación por los robots móviles. El kit LEGO Mindstorms NXT1 es la plataforma más conocida para los estudios robóticos en etapas tempranas. Reivindica la robótica educativa como vía para que los alumnos adquieran destrezas y habilidades tecnológicas, pero también en el desempeño del trabajo en equipo (habilidades sociales) (Gallego, 2010).

Seymour Papert y construccionismo

Papert creó un lenguaje de cómputo con todas las potencialidades de los lenguajes “serios”, pero con una sintaxis más análoga al lenguaje natural, más accesible para ser comprendido no solo por los niños y las niñas, sino por jóvenes y adultos no expertos en computación. Se trata del lenguaje Logo, con el cual pueden operar las computadoras con mayor facilidad. Pero más aún, Papert ha influido por las ideas de Piaget, desarrolló un enfoque educativo para sustentar el uso de computadoras como herramientas de aprendizaje: el Construccionismo (Badilla y Chacon, 2004, p. 3).

Papert y Marvin Minsky crearon el Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), construyeron un robot que representaba una tortuga; este se ponía en el piso y se conectaba a una computadora a través de la cual los aprendices programaban los movimientos del robot mediante el lenguaje Logo. De los movimientos de la tortuga surgieron las instrucciones básicas Logo (adelante, atrás, derecha e izquierda) llamadas “primitivas”. A partir de estas instrucciones primitivas y con las nociones básicas de la geometría euclidiana, niños, niñas, jóvenes y adultos no expertos en temas relacionados con computadoras podían programar a la tortuga para que realizara trayectorias complejas (Badilla Saxe y Chacon Morillo, 2004, p. 3-4).

En 1980, Papert publicó el libro *Desafío a la Mente: Computadoras, Niños e Ideas Poderosas*, que “revolucionó la concepción que se tenía sobre la relación que se establece entre las niñas y niños con las computadoras” (Badilla Saxe y Chacón Morillo, 2004). Papert concibe a la computadora como una portadora de semillas culturales, cuyos productos cognitivos trascenderán la presencia del material concreto: “el trabajo con computadoras puede ejercer una poderosa influencia sobre la manera de pensar de la gente, yo he dirigido mi atención a explorar el modo de orientar esta influencia en direcciones positivas” (Papert, 1987, p. 43).

Papert otorga a los y las aprendices un rol activo en su aprendizaje, colocándolos como diseñadores de sus propios proyectos y constructores de su propio aprendizaje. “...un sentido de dominio sobre un elemento de la tecnología más moderna y poderosa y a la vez establece un íntimo contacto con algunas de las ideas más profundas de la ciencia, la matemática y el arte de construcción de modelos intelectuales” (Papert, 1987, p.17-18).

Geometría, polígonos regulares

Algunos polígonos tienen características que los convierten en polígonos regulares. Todos los lados son de igual longitud. Todos los ángulos miden lo mismo. Un polígono regular es aquel cuyos lados son congruentes entre sí, y todos sus ángulos también son congruentes entre sí (Pañuela, 2015, p. 47).

Según Echegaray (2001) los polígonos regulares tienen las siguientes partes:

Lado (L), [Vértice](#) (V), [Centro](#) (C), Radio (R), Apotema (a), Diagonal (d), Perímetro (P).

Echegaray (2001), considera las siguientes propiedades de un polígono regular:

- Todos los ángulos centrales de un polígono regular son congruentes y su medida α puede obtenerse a partir del número de lados n del polígono. $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$
- El [ángulo interior](#) β de un polígono regular de n lados mide: $\beta = 180^\circ \cdot \frac{(n-2)}{n}$
- La suma de los ángulos interiores, $\sum \beta$, de un polígono regular es de:

$$\sum \beta = 180^\circ \cdot (n - 2)$$
- El [ángulo exterior](#), γ , de un polígono regular es de: $\gamma = \frac{360^\circ}{n}$
- La suma de los ángulos exteriores, $\sum \gamma$, de un polígono regular es: $\sum \gamma = 360^\circ$.

MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación que se presenta, es producto del trabajo con un grupo de estudiantes (grupo de observación), a quienes se aplicó módulos de robótica educativa con contenidos de polígonos regulares de geometría, para poder observar el efecto que causa éste en el aprendizaje del polígono regular en las estudiantes de segundo grado de una Institución Educativa pública. En este proceso las estudiantes construyeron y usaron del kit de robótica Mindstorm EV3, con el cual se construyeron diferentes polígonos regulares. Las actividades se iniciaron con la programación a través del lenguaje de programación Etoys, porque su plataforma de ésta tiene una vista tridimensional para presentar un objeto

y darle vida a través de la programación. En esta primera actividad de la programación se ha realizado proyectos de simular un robot virtual y a través de la programación darle vida, para luego ordenar a dicho robot dibujar figuras geométricas (Quintanilla, Gewerc, y Fraga, 2014). Luego de haber concluido con la primera etapa, se migra a la programación con el software Mindstorm EV3. Para el desarrollo del proyecto nos basamos en los “criterios para mejores prácticas” en el espacio de la robótica educativa que nos permite presentar actividades educativas (Merdan, Lepuschitz, Koppensteiner, Balogh, 2016), el cual nos orientó los procedimientos para la ejecución.

Momento 1. Reconocimiento y armado del robot

Se inicia con el reconocimiento del módulo, dando explicación a las estudiantes sobre los conceptos básicos de la robótica educativa, el objetivo de la robótica educativa donde las estudiantes reconocen los principales componentes como son: sensores, motores, engranajes y otros del kit de robótica Ev3.



Figura 3. Reconocimiento.

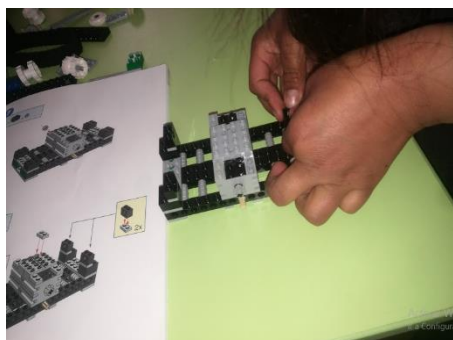
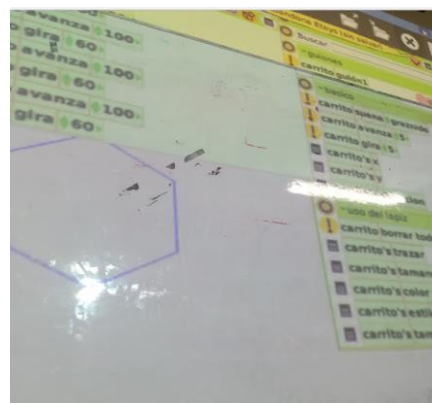


Figura 4. Armado del Lego Mindstrom EV3.

En la figura 4, se muestra cómo cada equipo de estudiantes construye pieza por pieza hasta conseguir un modelo del robot que nos permitirá construir polígonos regulares mediante el lenguaje de programación propio del Lego; la construcción no fue sencillo, llevó aproximadamente una hora y media, porque para los estudiantes es su primera experiencia. Para este modelo, se utilizó dos motores grandes (servomotores de potencia) que tiene el kit y las piezas de acuerdo al catálogo; además, las estudiantes conformado por equipos construyeron diferentes modelos ayudándose entre ellas.

Momento 2. Programación con Etoys

El lenguaje de programación Etoys es una introducción a la programación orientado por objetos, porque permite a través del uso de mosaicos y guiones, ordenar a un robot virtual desarrollar acciones de *giros*, *avances* y *rotaciones*. La figura 5, muestra el resultado de la programación realizado por la estudiante Anaís; donde a través del desarrollo de programación por ensayo y error logran alcanzar dibujar dicha figura geométrica. En este caso cada estudiante contó con una computadora para desarrollar el proyecto de diseñar polígonos regulares con el programa Etoys. Así, al iniciar el modulo se les explicó a las estudiantes los fundamentos básicos de Etoys y luego se inicia con diseñar un cuadrado, a partir de ahí, ellas solas inician los diseños de construcción de los diferentes polígonos regulares. Finalmente, las estudiantes motivadas por el trabajo construyeron los polígonos regulares utilizando las diferentes sentencias y luego extraer las diferentes fórmulas.



hexágono con Etoys

Momento 3. Programando mi robot Ev3

Finalmente, teniendo las ideas básicas sobre programación utilizamos el software de Lego Mindstorm para programar el robot y desarrollar las gráficas de polígonos como se hizo con Etoys. El primer bloque que se utilizó fue el que controla los dos motores B y C con una misma velocidad el cual nos permitió realizar una recta, el segundo bloque que se utilizó fue el bloque que nos permite controlar las velocidades de cada motor, donde al motor C queda en estado de reposo mientras que el motor B avanza realizando un giro de 90 grados, teniendo estos primeros pasos las estudiantes por lógica repiten estos dos bloques y así forman el cuadrado el cual podemos observar en la figura 7. A partir de este ejemplo las estudiantes divididas en grupos realizan otros polígonos regulares.



Figura 1. Robot Ev3 realizando el trazo de un cuadrado

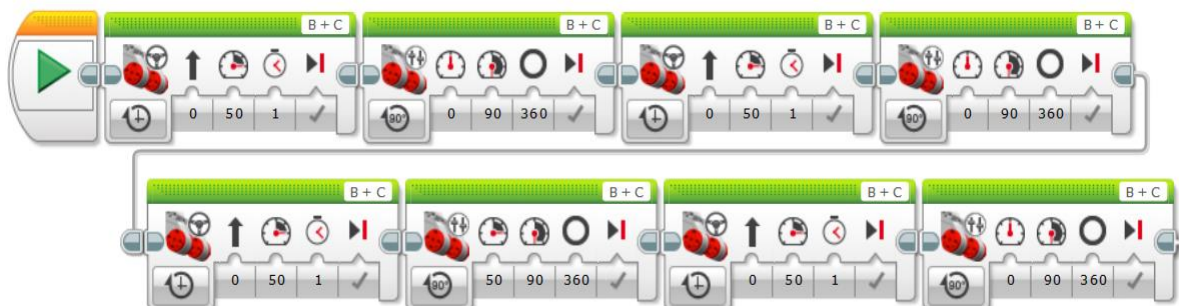


Figura 2 . Diseño de programación para graficar un cuadrado

RESULTADOS

1.1. Resultado de la prueba de entrada y prueba de salida

Antes de realizar los módulos, presentamos el documento de diagnóstico inicial y luego de desarrollar los módulos también se hizo el diagnóstico final. El documento contenía ocho preguntas relacionadas al aprendizaje de los polígonos regulares y la robótica educativa obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1. Nivel de logro de aprendizaje de polígonos regulares de diagnóstico inicial y diagnóstico final de los estudiantes del segundo grado de secundaria.

		Prueba de entrada		Prueba de salida	
		ni	%	ni	%
DIAGNÓSTICO	EN INICIO	20	100%	0	0%
	EN PROCESO	0	0%	0	0%
	LOGRO PREVISTO	0	0%	12	60%
	LOGRO DESTACADO	0	0%	8	40%
	TOTAL	20	100%	20	100%

Fuente: Recojo de información personal

En la tabla 1, se observa en la prueba entrada que 20 estudiantes se encuentran en el nivel de **inicio** respecto al conocimiento sobre polígonos regulares y robótica educativa. A partir de los resultados obtenidos, se concluye que los estudiantes tienen bajos referentes sobre los saberes previos respecto a los polígonos regulares y la robótica educativa.

Así mismo se realizó una prueba de salida; cuyo resultado alcanzó el **logro previsto** con 12 estudiantes (60%) del total de 20, seguido el nivel de **logro destacado** con 8 estudiante (40%). Mientras que, en el nivel **en proceso** y en el nivel de **en inicio** no se tiene ningún estudiante. Estos resultados evidencian que el aprendizaje ha mejorado notoriamente respecto a la prueba de diagnóstico al momento del inicio. Los resultados descriptivos corroboran la hipótesis de investigación, que la robótica educativa influye en el aprendizaje de los polígonos regulares en estudiantes de segundo grado de la Institución Educativa Pública de Huancavelica.

Para evaluar los resultados del diagnóstico inicial y final en el uso de la robótica educativa para el aprendizaje de los polígonos regulares, se utilizó la estadística prueba T de Wilcoxon (Quintanilla y Cortavarria, 2009) al nivel de significancia de $\alpha = 5\%$, para $n=20$; se tiene $T_{5\%,20} = 52$. Como consecuencia de los resultados se tiene que $|T_c = 0| < |T_{5\%,20} = 52|$; esto muestra que el uso de la robótica educativa como herramienta influye en el aprendizaje de los polígonos regulares en geometría.

DISCUSIÓN

El trabajo de investigación muestra los resultados del uso de la robótica educativa en la introducción al desarrollo de polígonos regulares en geometría. Se evidencio que el uso de la robótica educativa como herramienta educativa, logra alcanzar mejores niveles de comprensión de polígono regular.

También se pudo apreciar que los niños/as logran el desarrollo de habilidades, tales como comunicativas, críticas, creativas y habilidades en el uso de las tecnologías.

Además, el uso de la programación con Etoys permite a los niños desarrollar competencias de programación, como consecuencia facilita la programación del software Lego Mindstorm EV3 con el cual los estudiantes logran cierta competencia del manejo tecnológico.

REFERENCIAS

- Acuña Zúñiga, A. L. (2006). Proyectos de robótica educativa: motores para la innovación. Current Developments in Technology-Assisted Education (2006), FORMATEX 2006. <https://docplayer.es/7240910-Proyectos-de-robotica-educativa-motores-para-la-innovacion-ana-lourdes-acuna-zuniga-1-educational-robotics-projects-engines-for-the-innovation.html>
- Badilla Saxe, E. y Chacón Morillo, A. (2004). construccionismo: objetos para pensar, entidades públicas y micro mundos. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 4(1), pp. 1-12.
- Echegaray, J. (2001). *Geometría: ángulos, polígonos y circunferencias*. Editorial Bruño. <file:///C:/Users/SHARA/Downloads/Figuras%20Geom%C3%A9tricas%20Pol%C3%A9gonos%20y%20Circunferencia.pdf>
- Escobar B. y Barona H. (2015) “La Robótica como medio de enseñanza para el logro del aprendizaje de los niños en educación básica”. En 13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?” July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic
- Gallardo, L. y Calagua, W. (2012). “Robótica educativa”. Ministerio de Educación del Perú.
- Gallego, E. (2010). *Robótica Educativa con Arduino una aproximación a la robótica bajo el hardware y software libre*. Recuperado el 16, de junio, 2016, de http://anteriores.eventos.cenditel.gob.ve/site_media/detalle/files/robotica.pdf
- Gonzales España, J., J y Jimenes Builels, J., A. (2009). La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, (10), pp. 31-36.
- Kipp, A. y Schneider, S. (2016). Applied Social Robotics—Building Interactive Robots with LEGO Mindstorms, pp. 29-40. In Merdan, Lepuschitz, Koppensteiner, Balogh, (2016). *Robotics in education*.

- Mikropoulos, Tassos A., y Bellou, Joanna (2013). La robotica educativa como herramienta mental. Recuperado en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.700.8493&rep=rep1&type=pdf>
- Moreno, I.; Muñoz, L.; Serracín, J., R.; Quintero, J.; Pittí Patiño, K. y Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2), pp. 74-90.
- Pañuela.(2015). *Construcción de polígonos regulares con regla y compás para desarrollar el pensamiento geométrico en estudiantes de grado séptimo*. Recuperado de: <http://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/352/1/INFORME%20FINA%20TESIS%2024-NOV-15.pdf>
- Papert, S. (1987). *Desafío de la mente*. Buenos Aires. Buenos Aires: Ediciones Galápagos.
- Pinto Salamanca, M., L.; Barrera Lombana, N. y Pérez Holguín, W., J. (2014). Uso de la robótica educativa como herramienta en el aula. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 10(1), pp. 15-23.
- Pitti, K. (2012). *La robotica en la educación*. Recuperado en: https://diarium.usal.es/kathia_pitti/2012/10/01/la-robotica-en-la-educacion/
- Pozo, E. G. (2005). *Técnicas para la Implementación de la Robótica en la Educación Primaria*. Recuperado el 30 de setiembre de 2015, de Complubot: http://complubot.educa.madrid.org/actividades/inrerdidac_robotica_primaria.pdf.
- Quintanilla, C.; Gewerc, A. y Fraga, F. (2014). *Introducción a la geometría con Etoys*. En Actas del VII Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas: 11, 12 y 13 de febrero del 2014. Pontificia Universidad Católica de Perú Recuperado en : https://www.researchgate.net/publication/303998479_Introduccion_a_la_geometria_con_Etoys.
- Quintanilla, C. y Cortavarría, A. (2009). *Estadística aplicada a la investigación con SPSS*. Fondo Editorial de la Universidad Nacional de Huancavelica.
- Ruiz, E. (1987). *La robótica pedagógica*. Centro de Estudios sobre la Universidad CESU, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado en: <http://virtual.pascualbravo.edu.co/buzon/cintex.garpe/robotica.doc>