

## EL ENTORNO LEGO MINDSTORMS EN LA INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA Y LA PROGRAMACIÓN

### The Lego Mindstorms environment in the introduction to robotics

#### RESUMEN

El siguiente artículo presenta, de manera resumida, el equipo Lego MindStorms y su posible utilización en la enseñanza de la robótica y la programación. De la misma manera se propone la metodología constructorista como camino para la introducción de estudiantes en el campo de la robótica y enfatiza en la aplicación de esta metodología mediante la utilización de equipos como el mencionado anteriormente.

**PALABRAS CLAVES:** constructivismo, constructorismo, instructorismo, lego, nxt, robot, robótica, mindstorms.

#### ABSTRACT

*The following paper introduces a summary of the Lego Mindstorms robot set and its possible use in the teaching of robotics Programming. In the same way constructionist methodology is proposed as a way to introduce students in the field of robotics and emphasizes the application of this methodology through the use of equipment as mentioned above.*

**KEYWORDS:** *constructivism, constructionism, instructorism, lego, nxt, robot, robotics, mindstorms.*

#### JIMMY ALEXANDER CORTÉS OSORIO

Ingeniero Electricista  
Profesor  
Universidad Tecnológica de Pereira  
jacoper@utp.edu.co

#### OSIEL ARBELÁEZ SALAZAR

Ingeniero en Control Electrónico e Instrumentación  
Profesor  
Universidad Tecnológica de Pereira  
osiel@utp.edu.co

#### JAIRO ALBERTO MENDOZA VARGAS

Ingeniero Electricista, MSc  
Profesor  
Universidad Tecnológica de Pereira  
jam@utp.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

Un curso completo de robótica demanda una gran cantidad de recursos tanto físicos, conceptuales y pedagógicos en áreas tan diversas como la mecánica, matemática, física, electrónica, electro-neumática y programación entre otros saberes. El abordaje inicial a la ciencia de los robots representa uno de los puntos más críticos del proceso enseñanza - aprendizaje, ya que este marca un hito en el estudiante el cual se inclina en la profundización de alguna rama de la robótica ó decide desertar del proceso, es decir, no continuar su desarrollo en el campo de los autómatas. Esto último no es un problema, ya que hace parte de la vocación individual del estudiante, el inconveniente está en que los argumentos que evalúa el aprendiz para abandonar el proceso, no estén sustentados en la frustración de una mala iniciación en la robótica.

Este artículo presenta una tesis para discusión de como se debe presentar la robótica utilizando un equipo LEGO Mindstorms el cual posee partes mecánicas, sensores y actuadores, esto con el fin que estudiantes a través de una metodología constructorista adquieran y desarrollen sus primeras aptitudes y conocimientos en esta área de la ciencia.

## 2. ROBOT LEGO MINDSTORMS

Fecha de Recepción: 26 de enero de 2009  
Fecha de Aceptación: 16 de marzo de 2009.

El robot en mención es un juguete creado por la empresa Lego y tiene como denominación MindStorms. LEGO es una empresa de juguetes danesa reconocida principalmente por sus bloques de plástico interconectables. El nombre LEGO fue adoptado por la compañía en 1934, formado por la frase del danés "leg godt", que significa "juega bien".

### 2.1 COMPONENTES

La enseñanza de la robótica implica el conocimiento del hardware del robot, el lenguaje de programación y la adecuada selección de la metodología pedagógica.

#### 2.1.2 HARDWARE

La figura 1 muestra el sistema conformado por las unidades de sensores, actuadores y procesamiento.

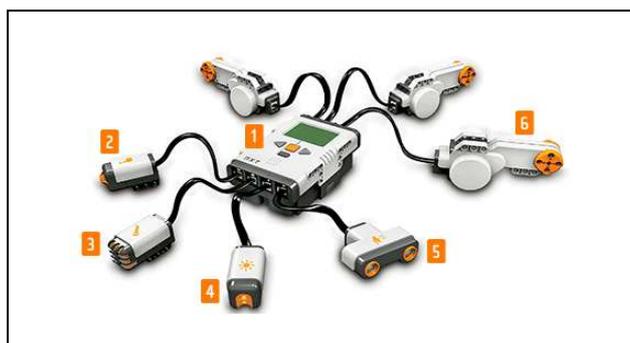


Figura 1. Componentes del sistema Lego Mindstorms<sup>1</sup>.

De la figura 1 se observan los siguientes componentes previamente numerados en el cuadro:

1. Unidad central de procesamiento.
2. Sensor de contacto.
3. Sensor de sonido (micrófono).
4. Sensor de luz (discrimina colores).
5. Sensor de proximidad (ultrasonido).
6. Actuador (servo motor).

En la figura 2 se aprecian algunas configuraciones del robot Lego Mindstorms.



Figura 2. Configuraciones del robot Lego Mindstorms.

Aparte de los componentes de procesamiento, sensórica y actuación, el equipo cuenta con piezas mecánicas que permiten realizar diversas funciones como transmisión de potencia mecánica a través de engranajes<sup>2</sup>; también cuenta con un sistema de comunicación via USB y vía Bluetooth. Algunos ensambles clásicos aparecen en la figura 2. La flexibilidad de kit de desarrollo permite que el estudiante emplee su creatividad al diseñar y construir sus propios robots con mínimos requerimientos concentrándose en el software y el funcionamiento general del hardware.

### 2.1.2 SOFTWARE

El sistema Lego Mindstorms es completamente programable y quizás la característica más valiosa de todas, reside en que tanto su arquitectura como el set de instrucciones que operan con el procesador son totalmente abiertos, es decir Open Source. Es de resaltar la importancia académica de este producto ya que no sólo se limita a la utilización por parte del usuario de su interfase propietaria, sino que permite que éste acceda a cualquier nivel sobre el robot tanto en su hardware como en su software.

El equipo Lego Mindstorms originalmente viene con un sistema de programación intuitivo gráfico basado en la plataforma de LabView<sup>3</sup> llamado NXT-G. Este lenguaje de alto nivel funciona por medio de bloques con funcionalidades específicas, que se conectan generando rutinas que luego son transferidas al procesador del robot para su posterior ejecución. En la figura 3 se muestra el interfaz gráfico del NXT.

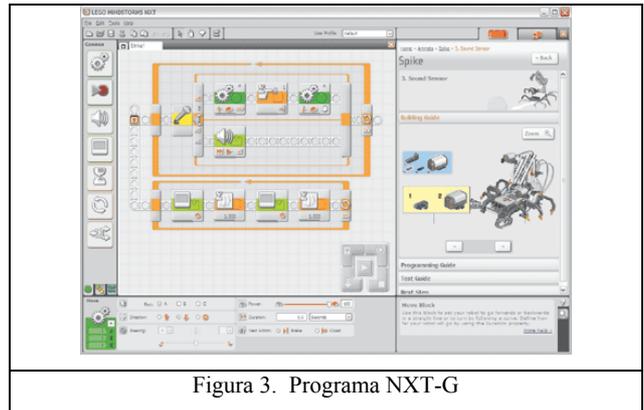


Figura 3. Programa NXT-G

Debido al código abierto del sistema, entusiastas han implementado diferentes lenguajes de programación para el Mindstorms como el NBC/NXC<sup>4</sup>. Esta plataforma, programa el robot mediante la escritura de líneas de código en un terminal, compilación y posterior transmisión al equipo.

Alternativamente existen otras formas de programar el robot Lego NXT. Dentro de la lista se encuentran Robolab v2.9.x, NXC/NBC/NPG, RobotC, Java/lejos, Myro, Pyro, Ruby/NXT, URBI, NXT/Symbian, Microsoft Robotics, JxLogo, Microwords, MindSqualls.NET, Aforge, NXT#, MindSquall y pbLua. Estas alternativas de programación serán evaluadas en otro artículo de esta misma revista.

### 2.1.3 VISIÓN CONSTRUCTIVISTA

Jean William Fritz Piaget (Neuchâtel, Suiza, 9 de agosto de 1896 - Ginebra, 16 de septiembre de 1980), se puede describir como un hombre de ciencia que reconocía la relación entre la ciencia y la filosofía como elementos importantes del verdadero conocimiento científico. Piaget era psicólogo experimental, filósofo y biólogo.

El objetivo central de Jean Piaget es investigar cómo se construyen los conocimientos científicos. Con este fin, funda en 1955 el Centro Internacional de Epistemología

1 Figura tomada desde <http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx>

2 Refiérase a la página principal <http://mindstorms.lego.com>

3 [www.ni.com/labview](http://www.ni.com/labview)

4 <http://bricxcc.sourceforge.net/nbc/>

Científica en Ginebra, en donde reúne a prestigiosos investigadores de distintas disciplinas científicas. Para llegar a este objetivo, Piaget desarrolla una nueva concepción psicológica, la Psicología Genética, ya que considera que para dar cuenta de la construcción del conocimiento científico, se debe partir del estudio de la adquisición de las nociones básicas, desde el niño hasta el adulto creador de teorías científicas.

La propuesta de Piaget se puede sintetizar en la frase “el conocimiento no se descubre, el conocimiento se construye”, que a su vez se fundamenta en dos tesis centrales. Una, es que el desarrollo del conocimiento es un proceso continuo que tiene sus raíces en el organismo biológico, prosigue a través de la niñez y la adolescencia, y se prolonga en la actividad científica. La otra idea central plantea que el conocimiento se construye en la interacción entre el sujeto y el objeto del conocimiento, en donde el sujeto tiene un papel activo.

El constructivismo constituye una **teoría del aprendizaje** que se basa en los estudios realizados principalmente por Piaget, Papert, Inhelder, Ausubel, Vigotzky y Bruner, entre otros que se central, esencialmente, en la enseñanza de la programación y la robótica.

Se destacan, para los efectos del proceso de la enseñanza de la robótica, el trabajo realizado por **David Paul Ausubel** (n. Nueva York, 1918 - 2008) que incorpora el concepto de aprendizaje significativo. Este surge cuando el estudiante, como constructor de su propio conocimiento, relaciona los conceptos a aprender y les da sentido a partir de la estructura conceptual que ya posee; es decir, construye nuevos conocimientos a partir de los conocimientos que ha adquirido anteriormente. El estudiante es el final responsable de su propio proceso de aprendizaje. El es quien construye el conocimiento y nadie puede sustituirle en esa tarea.

El constructivismo está lejos, aún, de ser una teoría unificada y completa acerca de los procesos educativos en general y de los procesos de enseñanza y aprendizaje en particular. Sin embargo, es indudable que se ha convertido en un marco de referencia para la educación superior.

#### 2.1.4 EL CONSTRUCCIONISMO DE PAPERT

Seymour Papert (n. Pretoria, Sudáfrica, 29 de febrero de 1928) es un pionero de la inteligencia artificial y parte del equipo inventor del lenguaje de programación LOGO en año 1968. Es considerado como destacado científico computacional, matemático y educador. Este obtuvo un doctorado en matemáticas en 1952 y en 1959 obtuvo su segundo doctorado de matemáticas en la Universidad de Cambridge.

Seymour Papert observó la dificultad que presentan los niños para manejar el computador, ya que debían utilizar

lenguajes de programación como Basic o Fortran, que resultaban ininteligibles para la mayoría de ellos. Esta observación lo condujo a estudiar, profundamente, con Jean Piaget su teoría epistemológica en Ginebra entre 1958 y 1963 y a asociarse con el gran teórico de la inteligencia artificial Marvin Minsky (n. Nueva York el 9 de agosto de 1927).

A partir de las experiencias compartidas con estos destacados investigadores, Papert, con el apoyo científico de Danny Bobrow, Wally Feurzeig creó un lenguaje de cómputo denominado LOGO con todas las potencialidades de los lenguajes clásicos hasta ese momento, pero con una sintaxis más análoga al lenguaje natural, más accesible para ser comprendido no solamente por los niños, sino por jóvenes y adultos sin experiencia en la programación. Se trata del lenguaje con el cual puede operar la computadora con mayor facilidad. Como resultado de este trabajo, y bajo la influencia de Piaget, Papert desarrolló el Construccinismo como enfoque educativo para sustentar el uso de computadoras como herramientas de aprendizaje.

Junto a Marvin Minsky creó el Laboratorio de Inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachussets MIT en 1963, donde construyeron un robot que representaba una tortuga; éste 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, los usuarios sin experiencia en temas relacionados con computadoras podían programar a la tortuga para que realizara trayectorias complejas.

Ya para 1980 el robot fue sustituido por un gráfico en la pantalla de la computadora; pero manteniendo vigentes los principios educativos del Construccinismo.

La línea de productos de robots de Lego, reciben este nombre en honor al libro “Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas” de Seymour Paper, uno de los asesores más destacados de este desarrollo.

La programación del robot requiere un proceso de prueba y error que lleva al aprendizaje implícito de otras áreas del conocimiento como los son la geometría y las matemáticas entre otras. Para Papert, este proceso de ensayar, errar y corregir el error (ensayo-error) conduce a los aprendices a crear y aprender, proceso de depuración el cual se conoce como “corrección del error”.

## 5. COMPARATIVO

De acuerdo a la clasificación del profesor Seymour Papert los métodos de educación instructiva son aquellos donde el aprendiz ejecuta instrucciones las cuales se le han dado previamente y las sigue según los pasos establecidos. Es importante afirmar que el método instructivo no se puede descalificar, ya que existen procesos donde este juega un papel importante e irremplazable, pero su ponderación no puede ser la dominante. Los elementos instructivos se pueden incorporar en diferentes etapas de de la enseñanza como lo pueden ser las conexiones básicas para la operación del robot y las estructuras elementales de programación entre otros. La tabla 1 resumen la comparación entre el método Instructivista y el Construccinista.

Instructivismo	Constructivismo
Curriculum Fijo e invariante	Curriculum orientado por temas
Educación basada en el conocimiento	Educación basada en tareas
Ejercicio y practica	Trabajo auto dirigido
Temas divididos	Temas Conectados
Lecciones divididas	Lecciones conectadas
Estudiante divididos por edades	Estudiantes divididos por edades e intereses
La misma actividad para todos	Trabajo independiente
Evaluación y calificación cualitativa	Evaluación cualitativa
El profesor es la máxima autoridad	El profesor es un guía y una ayuda
Lo más importante es la disciplina	Lo más importante es el interés

Tabla 1. Comparativo

## 3. CONCLUSIONES

La tecnología abierta, Open Source, llegó a la robótica y esto permite el desarrollo de nuevas tecnologías basado en el conocimiento claro del hardware y el software sin limitarse a plataformas propietarias.

El método construccionista compromete al estudiante en su aprendizaje y hace de este un componente activo que no lo encierra dentro de los límites de la instrucción y de su instrucción educativa.

El lugar del docente debe reevaluarse y tomarse como guía activa de la exploración de las diversas áreas del conocimiento a las que se ven enfrentados los estudiantes al buscar la solución de problemas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Gurevicz, EL CONSTRUCTIVISMO. Jean Piaget, [Disponible en línea en Enero de 2009]: <http://www.dpye.iimas.unam.mx/nacho/Metodologia/1Filosofia/autores%20principales/Costruccionismo.pdf>
- [2] R. Reyes Chávez, CONSTRUCTIVISMO Y EDUCACIÓN SUPERIOR, [Disponible en línea en Enero de 2009]: [http://www.ime.edu.mx/Constructivismo\\_y\\_Educacion\\_Superior.pdf](http://www.ime.edu.mx/Constructivismo_y_Educacion_Superior.pdf)
- [3] E. B. Saxe. CONSTRUCCIONISMO: OBJETOS PARA PENSAR, ENTIDADES PÚBLICAS Y MICROMUNDOS, [Disponible en línea en Enero de 2009]: <http://imec.ucr.ac.cr/~revista/articulos/1-2004/archivos/construccionismo.pdf>
- [4] R. Lesh, Beyond constructivism : models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching / edited by Richard Lesh, Helen M., Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers, London, 2003
- [5] E. V. Glasersfeld , Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning, the Taylor & Francis e-Library, 2003.