

# Transición de la Robótica Educativa a la Mecatrónica Educativa: Caso de estudio Ladrillo Inteligente EV3 y Controlador Lógico Programable

Transition from Educational Robotics to Educational Mechatronics:  
Case study EV3 Intelligent Brick and Programmable Logic Controller

Por: Zibrian Ricardo Cibrián Anaya<sup>1</sup>, Luis Fernando Luque Vega<sup>2</sup> y Emmanuel López Neri<sup>2</sup>  
Universidad Tecnológica de Nayarit<sup>1</sup>, Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico CIDEDEC-UVM, Universidad del Valle de México<sup>2</sup>

Dirección electrónica del autor de correspondencia:  
luis.luque@uvmnet.edu

Recibido: 30 de agosto 2019  
Aceptado: 20 de diciembre 2019

Cómo citar: Cibrián, Z., Luque, L. & López, E. (2019). Transición de la Robótica Educativa a la Mecatrónica Educativa: Caso de estudio Ladrillo Inteligente EV3 y Controlador Lógico Programable. *Universo de la Tecnológica*. 12(1) pp. 19-22

**RESUMEN:** El interés en la Robótica Educativa ha ido en aumento dado el acceso masivo a robots y tecnologías asociadas, utilizándolos para el diseño de talleres, modelos y metodologías, siendo el medio para desarrollar habilidades de comunicación, colaboración y aquellas relacionadas con la alfabetización científica. Sin embargo, con la aparición del concepto de Industria 4.0 se requiere que el estudiante sea capaz de diseñar y construir integrando conceptos de Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y de Sistemas Físico-Cibernéticos; disminuyendo el nivel de abstracción respecto al de la Robótica Educativa y aparece la disciplina Mecatrónica Educativa. En este artículo se presenta el desarrollo de un manual de prácticas con enfoque constructivista, que habilite la transición del estudiante de la Robótica Educativa a la Mecatrónica Educativa, utilizando un caso específico usando el kit de Robótica Educativa STEM Lego Mindstorms EV3 y un Programador Lógico Programable de uso industrial marca Koyo.

**PALABRAS CLAVE:** Dtrónica educativa, robótica ducativa, industria 4.0.

**ABSTRACT:** The importance of Educational Robotics has been increasing given the massive access to robots and associated technologies, using them for designing workshops, models, methodologies, being the means to develop communication skills, collaboration and those related to literacy scientific. However, with the emergence of the concept of Industry 4.0 it is required that the student be able to design and build integrating the concepts of Artificial Intelligence, Internet of Things and Physical-Cybernetic Systems, decreasing the level of abstraction with respect to Educational Robotics and the Educational Mechatronic discipline appears. This article presents the development of a practice manual with a constructivist approach, which enables the transition of the student from Educational Robotics to Educational Mechatronics, using a specific case using the STEM Educational Robotics kit, Lego Mindstorms EV3 and a Programmable Logic Controller for industrial use Koyo brand.

**Key Words:** Educational mechatronics, educational robotics, industry 4.0.

## Introducción

La Robótica Educativa es una disciplina que se desarrolló con el acceso masivo a los robots por el público en general, escuelas y universidades, utilizándolos como un medio para la creación y diseño de talleres que buscan que el estudiante desarrolle competencias asociadas a la alfabetización de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, del inglés science, technology, engineering and mathematics) (Vavassori Benitti, 2012), así como el desarrollo de habilidades de comunicación y colaboración (Eguchi, 2014). El robot es el hilo conductor de este sistema de aprendizaje interdisciplinario que permite activar procesos cognitivos y sociales que propician un aprendizaje significativo en el estudiante y las destrezas necesarias para desempeñarse adecuadamente en el contexto diverso y complejo que requiere la sociedad (Langmann & Rojas-Peña, 2016). El desarrollo de esta disciplina incrementó la creación de empresas, esperando que en 2023 el mercado de la Robótica Educativa tenga un valor de 1,689.2 Millones de dólares a través de la colocación de kits de robótica, modelos y metodologías

(Wood, 2018). De la misma manera, ha impactado en el diseño curricular desde primaria, secundaria y preparatoria, de escuelas privadas y públicas. Sin embargo, con la aparición del concepto de Industria 4.0, se requiere que el estudiante no solo conozca la aplicación de los robots si no su diseño y construcción agregando conceptos de Internet de las Cosas (IoT), Inteligencia Artificial (IA) y de sistemas físico-cibernéticos (SFC) (Benešová & Tupa, 2017), es decir, disminuir el nivel de abstracción respecto al de Robótica Educativa, creando la disciplina de Mecatrónica Educativa (Luque-Vega, López-Neri, Santoyo, Ruíz-Duarte, & Farrera-Vázquez, 2019).

En el contexto de la Industria 4.0, uno de los elementos básicos en la construcción de soluciones para la integración de sistemas físico-cibernéticos son los controladores industriales, en particular, los controladores lógicos programables (PLC) (Lee, Bagheri, & Kao, 2015), (Chen, Tai, & Chen, 2017).

En este artículo se presenta el desarrollo de un manual de prácticas con enfoque constructivista, que habili-

te la transición del estudiante desde el nivel de abstracción que promueve la Robótica Educativa (sólo uso de robots y algunos recursos tecnológicos) al de la Mecatrónica Educativa (diseño integrador), con un caso específico usando el kit de Robótica Educativa STEM Lego Mindstorms EV3 y un PLC de uso industrial marca Koyo modelo Direct Logic 105.

**Materiales y Métodos**

El presente trabajo se enfoca en el desarrollo de un manual de prácticas para lograr la transición del uso de un sistema didáctico para Robótica Educativa STEM Lego Mindstorms EV3 hacia el uso de un PLC de uso industrial marca Koyo modelo Direct Logic 105. (Ver Figura 1).

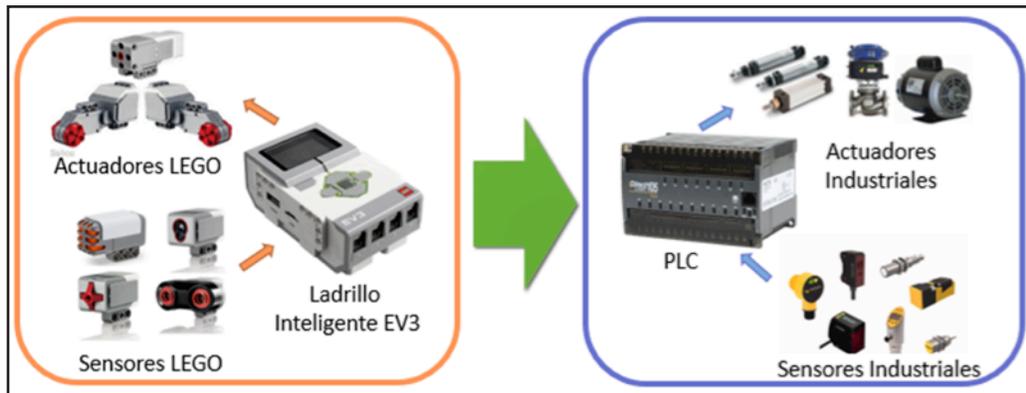


Figura 1: Transición de Lego Mindstorms a PLC Koyo Direct Logic 105.

Dicho manual de prácticas contiene cinco prácticas, cuya descripción se presenta a continuación:

- Práctica 1.- Construcción de un modelo de banda transportadora con kit de robótica Lego Mindstorms EV3: Construir un modelo de pruebas de una banda transportadora simple, con piezas ensamblables del kit educativo Lego con dos sensores de final de carrera en sus extremos y un motor eléctrico como se muestra en la Figura 2.

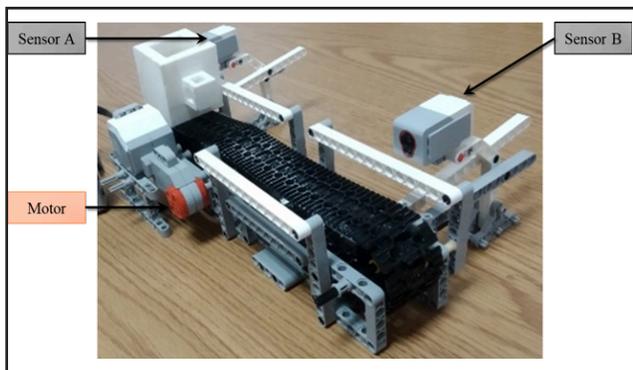


Figura 2: Modelo de banda transportadora construido con piezas ensamblables Lego.

Después, realizar una secuencia cíclica de ida y vuelta, iniciando al detectar un objeto sobre la banda transportadora en Sensor A, haciendo girar el motor en sentido horario, hasta que el objeto sea detectado por el Sensor B, momento en el que se invierte el sentido de giro del motor a antihorario, completando el ciclo de trabajo cuando el objeto es detectado nuevamente en el Sensor A para volver a comenzar indefinidamente (ver Figura 3).

- Práctica 2.- Control de un modelo de banda transportadora Lego utilizando un PLC: Realizaremos la interconexión entre el Ladrillo Inteligente EV3 y el PLC, para controlar el modelo de la banda transportadora Lego con el PLC. Para ello, se realiza la programación de la secuencia de ida y vuelta

mediante el software de programación DirectSOFT32 del PLC.

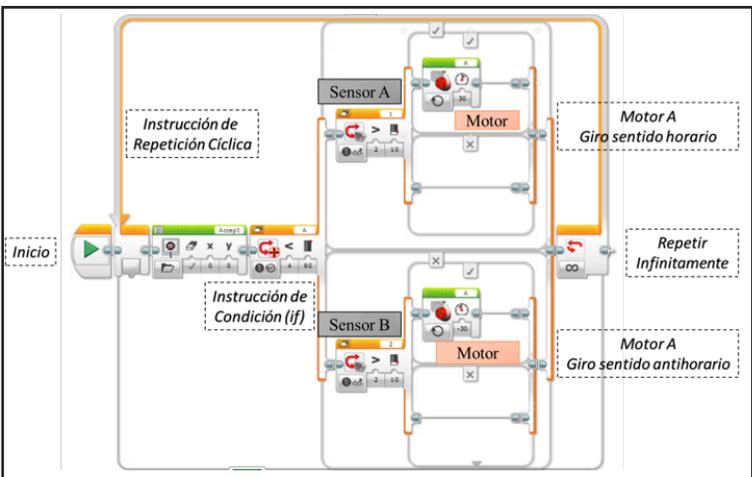
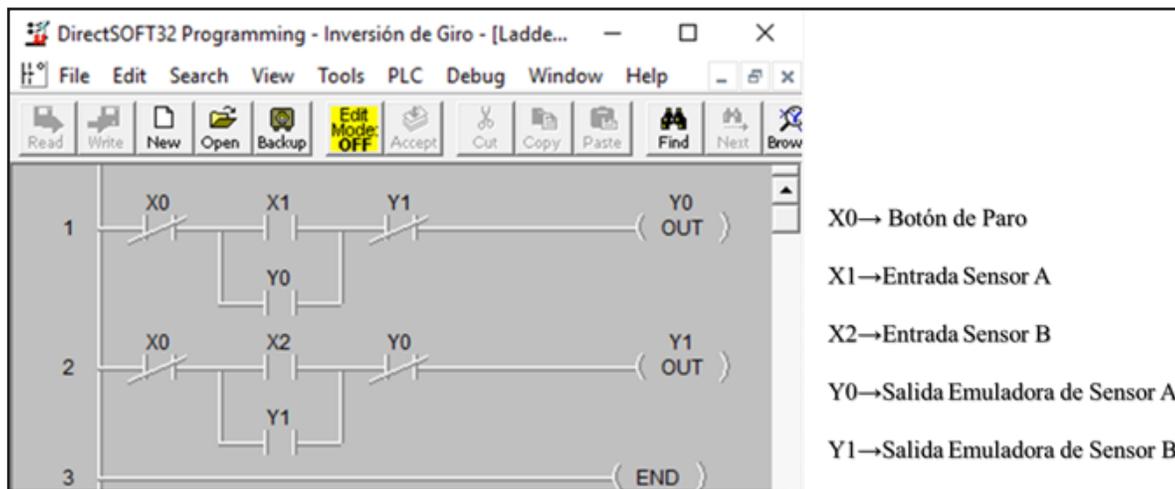


Figura 3: Código de la práctica 1 en el software EV3.

- Práctica 3.- Control de un modelo de banda transportadora Lego utilizando un PLC con botón de paro: En este caso, se empleará por primera vez una señal de entrada directamente sobre el PLC para controlar el arranque y paro de la secuencia de la banda transportadora. En esta práctica, es necesario realizar el ajuste en la programación del Ladrillo Inteligente para recibir una señal directamente del PLC (ver Figura 4).



de ambos dispositivos pueden ser utilizados por cualquier controlador (ver Figura 5). La interfaz de comunicación

Figura 4. Código de la práctica 3 en software DirectSOFT32 en Lenguaje Ladder de PLC.

- Práctica 4.- Control de un modelo de banda transportadora Lego utilizando un PLC con botón de paro y sensores industriales: Del modelo de la práctica 3 es necesario retirar los sensores de final de carrera de Lego y sustituirlos por sensores de tipo industrial y se conectan al PLC. Después, se realiza la programación del PLC.

- Práctica 5.- Control de un modelo de banda transportadora Lego utilizando un PLC con botón de paro, sensores industriales y actuador industrial: Del modelo de la práctica 4 es necesario retirar el motor de Lego y sustituirlo por un actuador de tipo industrial en el eje primario de la transmisión de la banda transportadora y se conecta al PLC. Después, se realiza la programación la

secuencia del PLC empleando sus propias entradas y salidas, eliminando el uso del Ladrillo Inteligente EV3.

### Resultados

Para realizar la aplicación del manual de prácticas es necesario el diseño de un dispositivo de comunicación bidireccional entre el Ladrillo Inteligente EV3 y el PLC para permitir que los periféricos de entrada (sensores) y salida (actuadores)

entre el Ladrillo Inteligente EV3 y el PLC, la cual es pieza medular del sistema, se realizó utilizando un Arduino Mega y está constituido por tres etapas: convertidor de relevador a señal digital, procesamientos de señales de entrada y salidas por medio, e interpretación de señales en Ladrillo Inteligente EV3. Cabe mencionar que ambos controladores son diseñados para diferentes propósitos y el mayor reto es convertir las salidas del PLC en señales digitales, que posteriormente fueran interpretadas por el controlador Lego.

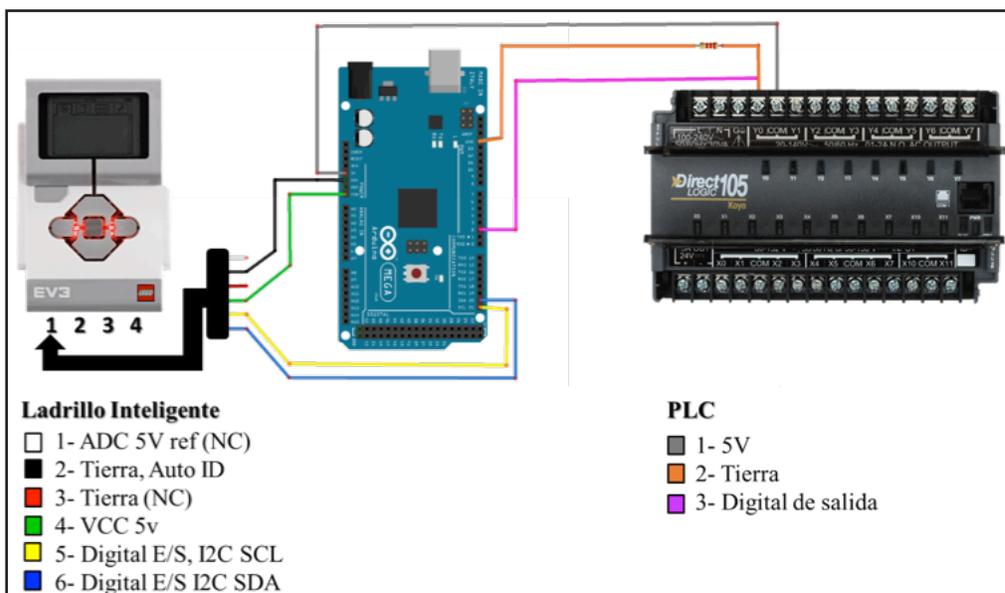


Figura 5. Interfaz de comunicación entre el Ladrillo Inteligente EV3 y el PLC.

### Discusión

El manual de prácticas desarrollado en este trabajo jugará un papel importante para todos los estudiantes que ya hayan tomado un curso de Robótica Educativa con la ayuda de un kit de robótica Lego Mindstorms EV3 y que deseen seguir

aumentando sus conocimientos y habilidades hacia soluciones industriales que puedan atender problemas reales de la industria 4.0. Además, con este manual de prácticas será posible implementar cursos de capacitación de soluciones industriales que incluyan PLC a más temprana edad. De esta manera, se logra una transición suave desde el nivel de abstracción de la Robótica Educativa hacia el de la Mecatrónica Educativa.

### Conclusión

El interfaz diseñado e implementado en este trabajo permite la comunicación bidireccional entre el Ladrillo Inteligente EV3 y el PLC logrando que los dispositivos de entrada y salidas de ambas tecnologías puedan ser utilizados por cualquiera de estos controladores. El desarrollo del manual de prácticas marca la pauta para poder realizar una transición suave desde la Robótica Educativa hacia la Mecatrónica Educativa. La Mecatrónica Educativa será pieza clave en la formación de los nuevos profesionistas quienes serán los encargados de fortalecer y fomentar la próxima revolución tecnológica Industria 4.0, potenciando nuevos negocios y el desarrollo social y económico de los países.

### Referencias bibliográficas

- Benešová, A., & Tupa, J. (2017). Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0. Elsevier Procedia Manufacturing, 2195 – 2202.
- Chen, J.-Y., Tai, K.-C., & Chen, G.-C. (2017). Application of Programmable Logic Controller to Build-up an Intelligent. Elsevier Procedia CIRP, 150 – 155 .
- Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, 5 - 11.
- Langmann, R., & Rojas-Peña, L. F. (2016). A PLC as an Industry 4.0 component. 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV) (págs. 10 - 15). Madrid, España: IEEE.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry. Elsevier Manufacturing Letters, 18 – 23.
- Luque-Vega, L. F., López-Neri, E., Santoyo, A., Ruíz-Duarte, J., & Farrera-Vázquez, N. (2019). Educational Methodology Based on Active Learning for. Computación y Sistemas, Vol. 23, No. 2, pp. 325 – 333.
- Vavassori Benitti, F. B. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. Elsevier Computers & Education, 978–988.
- Wood, L. (2018). Educational Robot Market by Component (Hardware and Software), Type (Humanoid and Non-Humanoid), Education Level (Elementary and High School Education, Higher Education, and Special Education), and Geography - Global Forecast to 2023. United States: Markets and Markets.