



2019 10 al 13 de septiembre - Cartagena de Indias, Colombia

RETOS EN LA FORMACIÓN
DE INGENIEROS EN LA
ERA DIGITAL



LA ROBÓTICA COMO ELEMENTO TECNOLÓGICO QUE FAVORECE HABILIDADES METACOGNITIVAS Y DESARROLLA COMPETENCIAS RELACIONADAS CON LA AUTOMATIZACIÓN

Andrés Eduardo Muñoz Moreno, María Elena Bernal Loaiza, Consuelo Orozco Giraldo

**Universidad Tecnológica de Pereira
Pereira, Colombia**

Resumen

Los aportes que representan las TIC en la formación en general y en las ingenierías, en particular, en nuestro caso específico, en el desarrollo y aplicación de prácticas de laboratorio utilizando un robot, ha permitido construir escenarios de aprendizaje propicios para que los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Tecnológica de Pereira se familiaricen con los avances tecnológicos que utilizan las organizaciones hoy en día. Estos procesos, no sólo brindan herramientas disciplinares a los futuros ingenieros, sino que, además, fomentan el desarrollo de habilidades metacognitivas que permiten a los estudiantes resolver mejor una situación problemática que se le presente en su futuro ejercicio profesional.

En consecuencia, el programa de Ingeniería Industrial, consciente de los avances tecnológicos y los requerimientos empresariales, sociales y educativos, ha venido diseñando e implementando estrategias que desarrollen en los estudiantes competencias relacionadas con la programación y evaluación de acciones ejecutadas por robots. Para el desarrollo de estas competencias la facultad cuenta con el laboratorio de manufactura flexible, donde se encuentran herramientas que acordes con los requerimientos de la era digital que se vive en la actualidad, proporcionan espacios que fomentan el paso de la teoría a la práctica. En ese sentido, aunque los estudiantes han hecho avances en el uso del robot, aún persisten situaciones que inhiben su proceso, entre otros, timidez y temor a equivocarse o a dañar la herramienta.

En consecuencia, para avanzar con la preparación de los estudiantes y aprovechar la herramienta, los docentes y estudiantes han diseñado actividades que si bien parecen básicas a simple vista se

inscriben en un método inductivo que ofrece ventajas desde dos frentes: En primer lugar, brindar un ambiente seguro y tranquilo al estudiante toda vez que el proceso de acercamiento al robot se desarrolla por etapas que inician con las más simples como el contacto físico con el robot y finaliza con la programación de posiciones y rutinas más complejas. En segundo lugar, el estudiante desarrolla procesos mentales de alto nivel como los relacionados con la metacognición mediante los cuales logra hacer consciente su propia curva de aprendizaje.

Palabras clave: metacognición; programación; robótica

Abstract

The contributions that represent ICT in training in general and in engineering, in particular, in our specific case, in the development and application of laboratory practices using a robot, has allowed the construction of propitious learning scenarios for engineering students. Industrial of the Faculty of Business Sciences of the Technological University of Pereira become familiar with the technological advances that organizations use today. These processes not only provide disciplinary tools to future engineers, but also encourage the development of metacognitive skills that allow students to better solve a problematic situation that may arise in their future professional practice.

Consequently, the Industrial Engineering program, aware of technological advances and business, social and educational requirements, has been designing and implementing strategies that develop in students competences related to the programming and evaluation of actions executed by robots. For the development of these competences, the faculty has a flexible manufacturing laboratory, where tools are found that match the requirements of the digital era that is lived today, provide spaces that encourage the transition from theory to practice. In this sense, although the students have made advances in the use of the robot, there are still situations that inhibit their process, among others, shyness and fear of being wrong or of damaging the tool.

Consequently, to advance with the preparation of students and take advantage of the tool, teachers and students have designed activities that, although they seem basic to the naked eye, are part of an inductive method that offers advantages from two fronts: First, to provide a safe and quiet environment to the student whenever the process of approaching the robot is developed in stages that starts with the simplest as physical contact with the robot and ends with the programming of more complex positions and routines. Second, the student develops high-level mental processes such as those related to metacognition through which he manages to make his own learning curve conscious.

Keywords: metacognition; programming, robotics

1. Introducción

En una sociedad gobernada por el tiempo líquido (Bauman, 2002), en la que el consumo se convierte en un fin en sí mismo como consumo emocional (Lipovetsky, 2007), viejos paradigmas

como el racionalismo, el universalismo, las filosofías de la historia quedan en entre dicho. Es cuando, de otro lado, los esquemas conceptuales a los que había estado sometida la academia resultan insuficientes para dar cuenta de un mundo en desbandada, y en particular, interactivo.

En consecuencia, pensar la programación de robots es una necesidad de la academia, dado que los futuros ingenieros deben ser competentes en el uso de herramientas que mejoren la productividad laboral, es así que a medida que pasa el tiempo la automatización está produciendo cambios muy rápidos que requieren estudiantes con altos niveles de habilidades inherentes al ser como la empatía y la creatividad que les permita laborar en cualquier área de la ingeniería resolviendo problemas con la ayuda de robots (Méndez, 2019). En esas condiciones y con el objetivo de aportar a la calidad educativa, en este caso, mejorar los procesos de enseñanza en la programación de robots, resulta inaplazable proponer estrategias específicas que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes y les permita desarrollar competencias en ese sentido.

2. Fundamentación teórica

Que la educación atienda a las múltiples dimensiones que constituyen el *ser humano* (pensamiento, emoción y acción), resulta perentorio, formar no solo profesionales, sino, además, seres humanos integrales y éticos que se preocupen por las consecuencias que sus acciones tienen sobre otros, en aras de contrarrestar el individualismo e indiferencia que caracteriza la sociedad actual. Para lograr lo anterior es necesario adelantar acciones específicas en la enseñanza de la programación de robots que integren procesos metacognitivos de alto nivel que permitan a los estudiantes comprender sus propias curvas de aprendizaje y a la vez la intervengan mediante acciones conscientes que conectan lo racional (la programación) con lo emocional.

Es cierto que la academia ha separado la emoción de la razón por temor al subjetivismo y a la irracionalidad, pero también es cierto, que el déficit motivacional de las éticas cognoscitivas de las que se lamentan constantemente los intelectuales, invitaría a reconectar la razón con la motivación por conducto del arte (Nussbaum, 1997) y el amor (Maturana, 1990), a través de enunciados perlocucionarios (Austin, 1971) y prácticas transformadoras (Boal, 2006), en donde no pudiéramos dejar de señalar el protagonismo de la emoción. En síntesis, no es posible ignorar la emoción que puede abrir caminos o cerrarlos según sea utilizada.

Al tiempo que el mundo que viven los jóvenes es un mundo emocional, dinámico, plástico, fluido, diverso y disperso, la academia, en cambio, los compromete con una razón, una realidad, una verdad, un método y una historia acreditados por el profesor de turno como únicos. No es otra la opresión y dualidad en la que quedan atrapadas las nuevas generaciones que se sienten marginadas del mundo y extranjeras de la academia, lo que es posible evidenciar, en este caso, con el temor de los estudiantes a la programación del robot y en general a la interacción con el mismo, aun estando en la etapa de desarrollo apropiada (Piaget, 1993), que lo habilitaría cognitivamente.

Trabajar por medio de disciplinas complementarias y transversales donde la metacognición es esencial para la educación y la didáctica en virtud de su incidencia en la adquisición, comprensión,

retención y aplicación de lo que se aprende; su influencia se da además sobre la eficacia del aprendizaje, el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Tamayo, 2006) y autores como (Ángulo & García, 1999) entienden la metacognición “como el control consciente sobre el propio aprendizaje. Este control requiere, por parte del alumno, la apropiación de los objetivos de aprendizaje, cuyo alcance se determina generalmente a través de acciones que debe ser capaz de realizar”. (p 73).

En suma, bajo un enfoque metacognitivo se potencializa la enseñanza de la programación del robot que les permita a los estudiantes motivarse para aprender de forma diferente temáticas relacionadas con la automatización, término (Groover, 2019) “definido como una tecnología relacionada con la realización de un proceso mediante comandos programados combinados con un control de retroalimentación automático para garantizar la correcta ejecución de las instrucciones. El sistema resultante es capaz de operar sin intervención humana”. Con la finalidad de atender los cambios tecnológicos se realiza una propuesta para que los estudiantes se acerquen a la programación de robots sin temores, donde se cuestione su propio aprendizaje y les permita hacer uso de las habilidades metacognitivas para que obtengan un conocimiento procedimental para monitorear y controlar su aprendizaje (Veenman, 2011).

3. Estrategias propuesta para la programación de robots

El objetivo fundamental de esta propuesta es dotar al estudiante de herramientas metacognitivas que le permitan identificar sus debilidades y fortalezas mientras disfrutan su paso por la vida universitaria. Las herramientas del laboratorio de manufactura flexible de la facultad de ciencias empresariales causan a primera vista curiosidad por parte de los estudiantes de esta facultad, muchos quizás se preguntan ¿para qué sirven dichas herramientas?, algunos se inquietan más y se acercan para indagar de primera mano sobre el uso de estas máquinas, en especial del robot que hay en la celda de manufactura flexible.

Los estudiantes de la facultad, al ver a alguien manipulando el robot, creen que esta persona tiene habilidades especiales o conocimientos avanzados respecto al tema, pero al tener contacto con el robot cambian este pensamiento a través de un proceso de enseñanza que va desde lo más básico como acercarse al robot y avanzar con el fin de lograr rutinas complejas de programación de la herramienta para resolver problemas.

Dicho proceso de acercamiento comienza con una charla introductoria donde se le explica al estudiante acerca de las características físicas del robot comparándolo con el brazo humano, después se profundiza en otros detalles como normas de seguridad al momento de manipularlo, precauciones de uso, explicación de cómo funcionan los paros de emergencia, los tipos de movimientos que posee el robot y los límites de estos.

A la hora que los estudiantes tienen contacto físico con el robot, se les permite mediante supervisión que realicen movimientos de manera libre con el robot, con el fin de tomar confianza y conocer sus movimientos, límites y los ejes de libertad del brazo de robot, también conocen la pantalla táctil que tiene y todos los controles que hacen que se pueda mover, de esta manera se contribuye a

combatir el miedo a manipular la herramienta y a dañarla. Seguidamente, se comienza con un trabajo básico que consiste en programar unos puntos o posiciones donde se les indica que comandos utilizar para hacer esta tarea y para ello utilizan herramientas como las que observamos en la figura 1. Este ejercicio de programación es fundamental porque a medida que se avanza en las prácticas se logra más complejidad en las tareas asignadas.

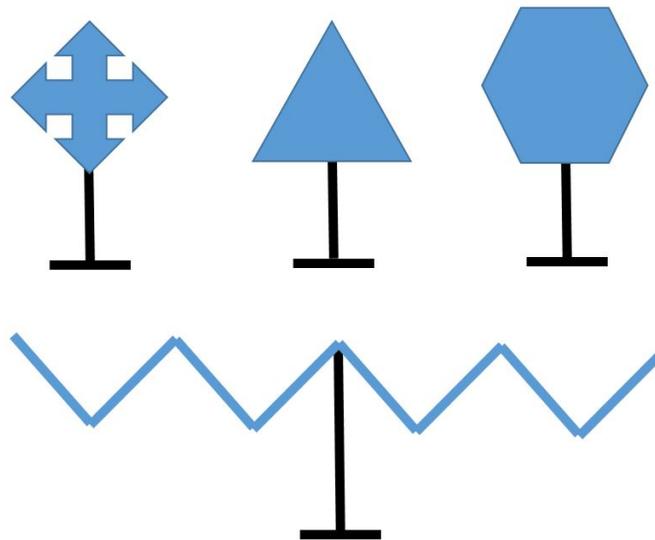


Figura 1. Formas básicas posiciones. Fuente: Autores.

Después de que estén familiarizados con la programación de posiciones, se empieza con la programación de trayectorias, aumentando el nivel de complejidad de cada tarea con la ayuda de algunas herramientas que se observan en la figura 2.



Figura 2. Formas básicas trayectorias. Fuente: Autores.

Cuando el estudiante aprende a programar posiciones y trayectorias, ya está en capacidad para que realice tareas relaciones con herramientas como el zigzag, el cual presenta una variante que es hacer pasar una circunferencia que tiene el gripper del robot a través de toda la trayectoria. Ver figura 3.

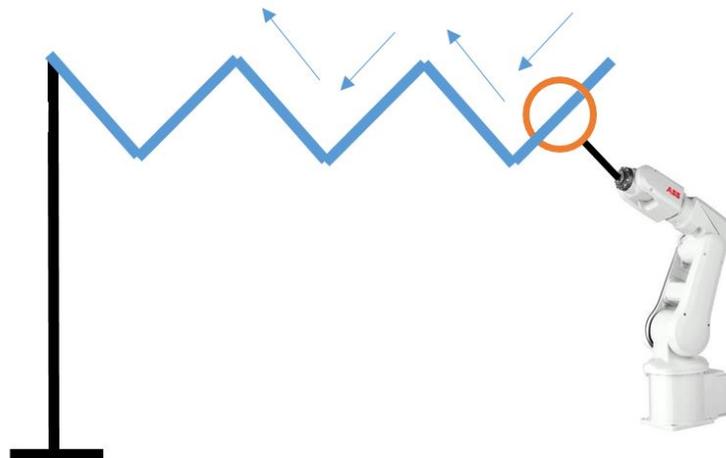


Figura 3. Variante trayectoria. Fuente: Autores.

En el último paso y el más importante es hacer que el estudiante reconozca que el robot nunca pierde la razón, por ello la programación es responsabilidad de ellos mismos, si falla entonces el robot podría realizar movimientos incorrectos. En esta fase donde los estudiantes ya presentan un nivel más avanzado de programación, se les solicita realizar la tarea de programar el robot para que realice el juego la Torre de Hanoi que busca que aplique todas las habilidades que adquirió con las tareas anteriores. Ver figura 4.

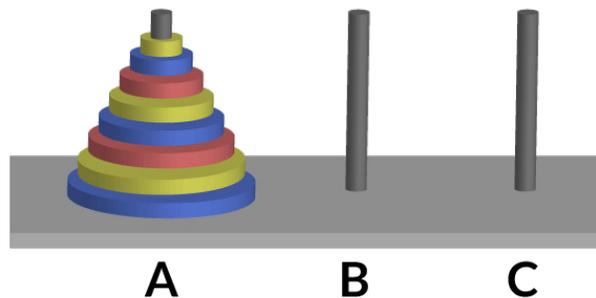


Figura 4. Torre de hanoi.

Fuente: <https://www.compartirpalabramaestra.org/matematicas/sucesiones-con-el-juego-las-torres-de-hanoi>

5. Conclusiones

Los diferentes escenarios propuestos para enseñar a programar un robot buscan que los estudiantes potencien las habilidades metacognitivas aumentando las posibilidades de un mejor desempeño en diferentes contextos.

El estudiante logra adquirir una lógica de programación sustentada en algo real, aprenden a resolver problemas o fallas que pueda presentar el robot, se desarrollan otras cualidades como la observación, se agudiza la audición porque identifican sonidos anormales que significan fallas en el robot, lo que no podría lograrse desde la mera teoría.

El estudiante después de vivir este proceso de aprendizaje desde lo más básico a lo más complejo logra hacer aplicaciones precisas y avanzadas.

Académicamente se logra un impacto de profundización en las tareas asignadas aumentando su interés e importancia a nivel empresarial.

A nivel personal se logran enriquecer las relaciones con profesores y estudiantes compartiendo conocimiento y aprendiendo unos de otros.

Se logra un acercamiento amigable y bastante significativo con la realización de esta práctica, se pierde el miedo a manipular el robot y se logra un nivel avanzado de programación de la herramienta que le permitirá al estudiante resolver problemas reales en un entorno didáctico o educativo.

Se construyen ambientes emocionales propicios para el desarrollo de procesos cognitivos de alto nivel, entre otros, los relacionados con la metacognición.

Al reconocer la existencia de múltiples inteligencias, en este caso, en el plano educativo se proporciona más y mejores oportunidades tanto a docentes como a estudiantes de sacar el mejor provecho de las habilidades cognitivas con las cuales hemos venido dotados por naturaleza.

6. Referencias

- Ángulo, F., & García, M. (1999). Aprender a enseñar ciencias: Una propuesta basada en la autorregulación. revista educación y pedagogía VOL. XI No. 25
- Austin, J. L. (1971). Cómo hacer cosas con palabras: palabras y acciones. Copilado por U.O. Urmson. Barcelona: Paidós.
- Bauman, Z. (2002). Modernidad líquida. México: fondo de cultura económica.
- Boal, A. (2006). The Aesthetics of the Oppressed. London: Pluto Press
- XXI. Barcelona: Paidós.
- Groover, M, P. (2019). Automation. <https://www.britannica.com/technology/automation>
- Lipovetsky G. (2007). La felicidad paradójica: Ensayo sobre la sociedad de hiperconsumo. Anagrama.
- Maturana, H. (1990). Emociones y Lenguaje en educación y Política. España: Dolmen Ediciones.
- Méndez, J. (2019). Un robot quizá le robará su trabajo. ENTER.CO. Ed 237, pp. 42-48
- Nussbaum, M. (1997). Justicia poética: la imaginación literaria y la vida pública. Traducción de Carlos Gardini Barcelona: Andrés Bello
- Piaget, J. Chomsky. (1983). *Teorías del lenguaje*. Barcelona: Crítica.
- Piaget, J. (1993). *Estudios sobre lógica y psicología*. Madrid: ediciones Altaya.
- Tamayo, O. E. (2006). La metacognición en los modelos para la enseñanza y el aprendizaje. In Los bordes de la pedagogía: del modelo a la ruptura (1st ed., pp. 275–312). Bogotá D.C.

- Veenman, M. (2011). Learning to self-monitor and self-regulate. In R.. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), Handbook of research on learning and instruction (pp. 197–219). New York: Taylor & Francis.

Sobre los autores

- **Andrés Eduardo Muñoz Moreno**, Estudiante Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica de Pereira. anedom@utp.edu.co
- **María Elena Bernal Loaiza**: Ing. de Sistemas, Magister en Investigación de Operaciones y Estadística, Magister en Administración del Desarrollo Humano y Organizacional, Candidata Doctorado en Didáctica. Profesora Titular Facultad de Ciencias Empresariales, Programa Ingeniería Industrial. Universidad Tecnológica de Pereira. mbernal@utp.edu.co
- **Consuelo Orozco Giraldo**: Licenciada en Pedagogía Infantil, Magister en Comunicación Educativa, Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora asociada de la facultad de Ciencias de la Educación, Programa Licenciatura en comunicación e informática educativas, Directora Doctorado en Ciencias de la Educación. Universidad Tecnológica de Pereira. consuelorozco@utp.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2019 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)