

Estado del arte del uso de la robótica y la programación en espacios educativos

State of the art of the use of robotics and programming in educational spaces

Jorge Eduardo Royero Vergara *

Alberto Mario Pernet Benavides **

* Magister en Gestión Logística. Ingeniero Electrónico. Docente escuela de ciencias básicas, tecnologías e ingenierías. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Barranquilla. jorge.royero@unad.edu.co

** Magister en Administración de Organizaciones, Especialista en Ingeniería de Procesos Industrial, Ingeniero Industrial. Docente escuela de ciencias básicas, tecnologías e ingenierías. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Barranquilla. alberto.pernet@unad.edu.co

Fecha de recepción: 1 de Diciembre de 2019

Fecha de aceptación: 13 de Julio de 2020

Citación:

Royero Vergara, J. E., & Pernet Benavides, A. M. (2020). Estado del arte del uso de la robótica y la programación en espacios educativos. Gestión, Competitividad e innovación(Enero-Junio 2020), 66-75.

RESUMEN

En el presente artículo en primera instancia se describen estudios relacionados con la Robótica educativa en instituciones de educación en el ámbito latinoamericano. Posteriormente se presentan conceptos relacionados con la robótica pedagógica y como esta facilita las condiciones de apropiación de conocimientos en temas como la programación y su transferencia en campos como la domótica, el diseño e impresión 3D, además de la transformación digital.

Palabras Claves: Robótica, espacios educativos.

ABSTRACT

This article in the first instance describes studies related to Educational Robotics in educational institutions in Latin America. Subsequently, concepts related to pedagogical robotics are presented and how this facilitates the conditions of appropriation of knowledge in topics such as programming and its transfer in fields such as home automation, design and 3D printing, in addition to digital transformation.

Keywords: Robotics, educational spaces.

1. Introducción

González y Jiménez (2010) en su trabajo investigativo denominado *La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería*, concluyen que el uso de robots para educación construidos al interior de Colombia se adapta mejor a la realidad de la región, que los que son importados de países desarrollados, por consiguiente, se hace necesario que la universidad, el sector privado y el gobierno unan esfuerzos para crear nuevas alternativas autóctonas que fortalezcan habilidades creativas, de aprendizaje, diseño y cooperativas, entre los aprendices.

Moreno, Serracin, Quintero, Pitti y Quiel (2012) concluyen en su trabajo titulado - *La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías* - que la robótica educativa ofrece un vasto campo para la investigación y un nuevo enfoque para la academia, que desarrolla y refuerza competencias necesarias para los futuros campos laborales.

Heep, Merino, Barriga y Huircapan (2013) en su proyecto titulado *Tecnología robótica en contextos escolares vulnerables con estudiantes de la etnia Mapuche*, resaltan la importancia de la robótica como recurso tecnológico que tiene gran aceptación en las escuelas y que los profesores son capaces de integrarlos en sus didácticas. Esta investigación fue de tipo exploratorio y descriptivo y en ella se utilizaron técnicas cualitativas y cuantitativas para identificar y describir experiencias que caracterizaron el uso del Kit en las escuelas observadas.

Garnica (2013) en su trabajo investigativo titulado *Robots herramientas para las aulas de clase* expone la propuesta de aplicación de un producto que se ha venido desarrollando en la Corporación Universitaria Republicana, denominado Plataformas Robóticas Multifunción, que consiste en robots programables basados en guías de aprendizaje que son

desarrolladas en las aulas de clase con el fin de dinamizar la formación en asignaturas propias del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad; donde se hace necesario que el aprendizaje de conceptos teóricos en algunas asignaturas se vea aplicado sobre entornos reales, para que sea más comprensible para los estudiantes.

Barrera (2015) en su investigación de corte cualitativo y de investigación acción en el aula, titulada *Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula*, propone actividades lúdicas con robots educativos como pilar de la educación en tecnología. Esta investigación tiene como objetivo motivar a los estudiantes y a los educadores para que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras que utilicen como instrumento de prácticas plataformas robóticas y dispositivos tecnológicos que hayan concluido su vida útil. Concluye el estudio que la experiencia logró motivar a estudiantes, educadores e investigadores, para plantear acciones que permitieran la comprensión y la apropiación, además del uso fundamentado y responsable de la tecnología, desde el enfoque de las relaciones que se establecen entre los sujetos para enfrentar los problemas, solucionándolos mediante la invención, estimulando la potencialidad creativa de los individuos.

Lancheros (2016) realiza un proyecto titulado “*Diseño e implementación de un módulo didáctico para el aprendizaje en la construcción, implementación y manipulación de Robots*”, el cual fue desarrollado como una herramienta pedagógica que permite afianzar el aprendizaje en la construcción, implementación y manipulación de robots utilizando piezas Lego. Este proyecto fue aplicado en los estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Tecnología en Electrónica de la Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá-Colombia. Los resultados de la primera fase de esta investigación mostraron la necesidad de utilizar herramientas de software y hardware para enseñar robótica básica con LEGOS permitiendo al estudiante crear e imaginar diversidad de dispositivos inteligentes y autónomos que puedan aplicarse en áreas de la industria, la medicina o en rutinas de la vida diaria del ser humano.

López y Andrade (2016) realizaron - junto con los estudiantes del grupo SIMON de Investigación en Modelado y Simulación, adscrito a la Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Industrial de Santander de Bucaramanga, Colombia – el proyecto titulado *Aprendizaje de y con Robótica, algunas experiencias*, en el cual se realizaron análisis de experiencias revisadas en diversos artículos, acerca de la implementación de la robótica en la educación, con el fin de obtener referentes pertinentes para la construcción de una propuesta para el aprendizaje de la robótica en la educación básica, secundaria y media.

Ruiz, Hernández y Cebrian de la Serna (2018) en su trabajo investigativo titulado *Programación y robótica educativa: Enfoque de prácticas-técnico y experiencias de aula*, realizan un importante aporte teórico-metodológico, pues ayudan a definir las dimensiones de la variable, logrando mostrar con el apoyo teórico que el uso de programación y la robótica educativa ayudan a mejorar y facilitar el trabajo de las estrategias educacionales para el aprendizaje, incentivando a los estudiantes a valorarlas. Se concluye en esta investigación que varias comunidades autónomas están comenzando a incluir contenidos sobre programación, robótica y pensamiento computacional en diferentes asignaturas, especialmente en educación secundaria (aunque en la mayoría de los casos se trata de asignaturas optativas).

2. La Robótica

La Robótica es la ciencia y la destreza que involucra en el diseño, fabricación y utilización de robots. Un robot es una máquina que puede programarse para interactuar con objetos imitando el comportamiento humano o animal. Es decir que el hecho de construir un robot que resuelve un problema planteado pone la solución desarrollada en el plano de lo concreto, facilitando el análisis y evaluación de las fases del proyecto formalizando los aprendizajes vinculados al planeamiento y a los modelos organizativos del trabajo.

La idea de implementar la robótica como apoyo a la educación tiene sus orígenes desde hace más de tres décadas: En 1983 el Laboratorio del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) desarrolló el primer lenguaje de programación educativo para niño llamado logos (Moreno, Muñoz, Serracin, Rolando, Quintero, Pitti y Quiel, 2012).

3. La robótica pedagógica

Conocida también como robótica educativa, privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado. Según Casanova (2004) la inducción y el descubrimiento guiado se aseguran en la medida en que se diseñan y se experimentan, un conjunto de situaciones didácticas constructivistas mismas que permitirán a los estudiantes construir su propio conocimiento.

Este mismo autor se refiere al concepto de robótica pedagógica como una disciplina que tiene por objetivo la noción, creación y puesta en funcionamiento de prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos, como por ejemplo el surgimiento de kits de robótica ha ayudado a su inserción, ya que éstos se caracterizan por no exigir un conocimiento avanzado de electrónica o de programación. Otro autor, Malec (2001), desarrolla el tema de robótica en educación y robótica para la educación, presentando dos enfoques en los que el estudiante debe acceder al aprendizaje de la robótica y a la utilización de ésta en el aprendizaje de temáticas en diversas áreas del conocimiento.

La robótica tiene un carácter multidisciplinar que genera ambientes de aprendizaje relacionados con problemas del mundo real, lo que permite al estudiante imaginar y formular posibles soluciones y poner en marcha ideas nuevas de una forma motivadora. Pozo (2005) sugiere que 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 actuar y pensar de los estudiantes y educadores. Por su parte Zúñiga (2006) sostiene que, 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.

Robótica educativa - Ambientes de aprendizaje

En lo que refiere a los ambientes de aprendizaje en la Robótica educativa Monsalve (2011) explica lo siguiente:

La robótica Educativa privilegia un entorno de aprendizaje colaborativo donde los sujetos aportan para los aprendizajes del grupo y a su vez el grupo colabora para los aprendizajes de cada sujeto (Liang, Readle & Alder, 2006). En el aprendizaje colaborativo el aprendizaje individual se logra mediante las actividades del grupo o

comunidad. El sujeto comparte los recursos con el grupo y utiliza el trabajo realizado en grupo para aprender (Nourbakhsh y otros, 2005). En este caso, la estructura pedagógica es libre y abierta. Los recorridos de la experimentación, concepción, el diseño y el desarrollo de prototipos robóticos son libres (Frangou y otros, 2008). En el aprendizaje cooperativo se trabaja en equipo y cada equipo contribuye a la obra colectiva. La experimentación y la exploración son guiadas por el profesor conforme a la estructura (Liang, Readle & Alder, 2006; Ruiz- Velasco, 2007).

La implementación y construcción de dispositivos robóticos controlados por computador con fines educativos, tiene tres componentes importantes: (a) construcción, que no es más que crear de manera simple algo que parece estar inconexo con el computador. (b) elaboración del programa, generar las rutinas en lenguaje de programación que permitan controlar el dispositivo. El programa debe presentar características pedagógicas, de tal forma que permita al estudiante discriminar sobre sus decisiones de manera simple y rápida. (c) metodología de utilización del dispositivo, la que debe ser desarrollada de modo que permita el uso del dispositivo con una determinada finalidad. La metodología debe propiciar asistencia para diversificar, diferenciar y expandir la forma de adquisición y manejo de conocimiento. Para todo ello se requiere un cambio actitudinal del docente, quien debe concebir al dispositivo robótico como un objeto que permite construir conocimiento (D'Abreu, 1999; Bers y otros, 2006; Nourbakhs y otros, 2005; Singh y otros, 2006).

La Robótica Educativa genera condiciones favorables para la apropiación del conocimiento. Ello porque permite la observación, la exploración y reproducción de fenómenos reales concretos (Frangou y otros, 2008; Liang, Readle & Alder, 2006). Favorece la sinergia entre alumno-computador-robot-profesor. El sujeto se ve enfrentado al error de manera inmediata en el caso de que exista. Los procesos y fenómenos de estudio se pueden realizar las veces que el sujeto estime conveniente o hasta que se encuentre conforme con los resultados de las hipótesis generadas por él mismo (Lundgren y otros, 2006). Un ambiente de aprendizaje apoyado por la Robótica Educativa constituye una experiencia que contribuye al desarrollo de la creatividad (Do & Gross, 2007; Chambers, Carbonaro & Rex, 2007) y el pensamiento de los sujetos (Wiesner-Steiner, Schelhowe & Wiesner, 2007). Esta interacción tecnológica incentiva la construcción de estrategias para la resolución de problemas (Bers y otros, 2006; Chambers, Carbonaro & Rex, 2007; Piotrowski & Kressly, 2009), promueve la utilización del método científico para la valoración de hipótesis; estimula la apropiación de vocabulario especializado, incita la autorreflexión y valoración del proceso de aprendizaje (Candelas y otros, 2004; Miglino, Cardaci & Hautop, 1999; Sánchez, 2004).

Enfoque pedagógico del aprendizaje con Robótica

Los proyectos de aprendizaje con Robótica involucran en su realización los conceptos del aprendizaje del construccionismo y el aprendizaje basado en proyectos:

Teoría de aprendizaje del construccionismo: Esta parte de la premisa básica del aprendizaje desde el enfoque construccionista que supone la existencia de una habilidad natural en los

seres humanos para aprender a través de la experiencia, y para crear estructuras mentales que organicen y sintetizen la información y las vivencias de la vida cotidiana (Solorzano y Marina, 2009).

Aprendizaje basado en proyectos: Según López y Andrade (2013) el aprendizaje con Robótica en general se basa en la estrategia del aprendizaje basado en proyectos y con esta se logran avances en la capacidad de diseño y planeación, en el trabajo en equipo y en la resolución de problemas; asimismo, aporta en el desarrollo de la creatividad de los participantes del proyecto. Esta estrategia de aprendizaje se basa en el desarrollo de un proyecto que busca la elaboración de un producto final.

Su consecución promueve la participación del alumno en el proceso de aprendizaje consiguiendo unos resultados mejores, tanto por los conocimientos como por los hábitos adquiridos (Markham, 2003, citado en González, Roca, Torres, Armesto y Puente, 2014). También bajo la aplicación de esta estrategia los estudiantes diseñan, construyen y programan prototipos de solución a los problemas de investigación propuestos, alcanzando logros en el diseño y la creación de prototipos, la capacidad de trabajo en equipo y el diseño de sistemas de control automatizado (López y Andrade, 2013).

Arduino

Díaz (2016) explica las características y el papel que cumple el componente electrónico Arduino en actividades académicas que involucran la Robótica y la Domótica:

El proyecto Arduino fue concebido en Italia en el año 2005, gracias a este trabajo se ha dado oportunidad al desarrollo de prototipos que han traspasado no solo fronteras en el desarrollo de proyectos de bricolaje, sino incluso ha dado un viraje en los modelos educativos dentro de su espacio curricular, acercando el uso de una herramienta que permite llevar a cabo trabajos en los ambientes de la mecatrónica, la robótica, la domótica y en general actividades de prototipado; consolidando el propósito de su creación, un dispositivo que permitiera el desarrollo de actividades con un sentido constructivista, un modelo educativo sustentando en esta filosofía busca ayudar a los estudiantes a internalizar, reacomodar, o transformar la información nueva. Esta transformación ocurre a través de la creación de nuevos aprendizajes y esto resulta del surgimiento de nuevas estructuras cognitivas (Grennon y Brooks, 1999), que permiten enfrentarse a situaciones iguales o parecidas en la realidad.

Arduino es un componente electrónico controlado a través de un microprocesador, dotado de puertos digitales y analógicos que permiten agregar módulos de expansión para facilitar el procesamiento de diversas señales del mundo exterior. Para programar a este componente es necesario recurrir al lenguaje de programación Wiring a través del entorno de Processing, y aunque pareciera algo complejo, su programación no requiere un tratamiento sofisticado basta con conocer algo de programación en lenguaje C y conectar el dispositivo a un puerto USB para que las instrucciones programadas se integren a la memoria SRAM de Arduino.

Domótica

La domótica es un término usado para hacer referencia a “viviendas inteligentes”, esto es el uso de las tecnologías de automatización e informática aplicadas al hogar. Busca mejorar la calidad de vida aumentando la comodidad, la seguridad y el confort y al mismo tiempo lograr ahorro energético (Uribe & Correa, 2010). Según Junestrød, Passaret y Vázquez (2004) la condición necesaria y suficiente que hace que una vivienda pueda considerarse como domótica es que, además de la inclusión de las TIC, disponga de sistemas integrados y que sean interactivos.

Impresión 3D

Las tecnologías de impresión 3D están basadas en las denominadas tecnologías de procesos aditivos. Este concepto de fabricación aditiva describe a las tecnologías en las que un objeto es creado mediante la definición de una secuencia de capas.

La tecnología de impresión 3D está abriéndose camino en muchas áreas, y una de ellas es la educación. Hace unos años era impensable poder adquirir una impresora para un centro docente, por su costo tan elevado y por el desconocimiento de sus aplicaciones; en cambio hoy cada vez existen más centros educativos equipados con una impresora 3D.

Actualmente en muchos de los programas educativos ya se integra el diseño utilizando programas 3D, lo que permite a los alumnos dibujar, diseñar e imprimir sus propios objetos en 3D. Los programas de diseño se adaptan a las necesidades de los usuarios y a sus habilidades para que expresen al máximo su imaginación sin una dificultad excesiva. En este sentido José Javier Sanz Gil (2017) asegura que los alumnos aprenden rápidamente el proceso de creación de una pieza o prototipo y toman conciencia de esta tecnología. Esto les podría permitir aumentar su creatividad y ampliar las posibilidades del uso de la impresión 3D. Pasar de un concepto o idea a un producto 3D es un planteamiento muy poderoso en la educación.

Transformación digital

El concepto de transformación digital se desprende de la evolución que han tenido los sistemas informáticos desde la aparición del internet. Para explicar la transformación digital se debe partir del concepto de ecosistema digital, entendido este como “el conjunto de prestaciones y requerimientos de diversa naturaleza que se proveen desde y a través de las redes de telecomunicaciones, el conjunto de infraestructuras y prestaciones asociadas que habilitan la prestación de dichos servicios, así como la interacción entre los prestadores de servicios de distinta naturaleza que constituyen la cadena de valor extendida de servicios de internet...”(Katz, 2015).

Referencias

- Acuña, A. (2012). Diseño y administración de proyectos de robótica educativa: Lecciones aprendidas. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 13. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2010/201024652001>
- Barrera, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. Praxis & Saber, 6(11), 215-234.

- Bers, M.; Rogers, C.; Beals, L.; Portsmore, M.; Staszowski, K.; Cejka, E.; Carberry, A.; Gravel, B.; Anderson, J. & Barnett, M. (2006). Innovative session: early childhood robotics for learning. In Proceedings of the 7th international Conference on Learning Sciences. International Society of the Learning Sciences (1036-1042).
- Blasquez, M., Masclans, R y Canals, J. (2019). El futuro del empleo y las competencias profesionales del futuro: la perspectiva de las empresas. IESE Business School- University of Navarra. Recuperado de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0490.pdf>
- Bravo Sánchez, F., & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Education In The Knowledge Society (EKS)*, 13(2), 120-136. Recuperado de <http://revistas.usal.es/index.php/eks/article/view/9002>
- Candelas, F.; Torres, F.; Gil, P.; Ortiz, P.; Puente, S. & Pomares, J. (2004). Laboratorio virtual remoto para robótica y evaluación de su impacto en la docencia. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*. 1(2): 49-57.
- Casanova, H. (2004). Educación, universidad y sociedad: El vínculo crítico (eBook). Barcelona: Edicions Universitat Barcelona. Recuperado de: <https://cutt.ly/LeoxCey>
- Correa, C. M., & Ferreira Szpiniak, Ariel. (2016). Laboratorios teórico-prácticos en robótica educativa. *Unlp.Edu.Ar*. Recuperado de <https://doi.org/http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53812>
- Chambers, J.; Carbonaro, M & Rex, M. (2007). Scaffolding Knowledge Construction through Robotic Technology: A Middle School Case Study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*. 6: 56-70.
- D'Abreu, J. & Chella, M. (1999). Desenvolvimento de Ambientes de Aprendizagem Baseados no Uso de Dispositivos Robóticos. Proceedings of the X Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE99, Brazil.
- Díaz S, J. (2016). Enseñanza de la domótica en el NMS a través del modelo educativo por competencias. *Revista Electrónica Sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación*, 3(6). Recuperado de <http://www.cagi.org.mx/index.php/CAGI/article/view/110/162>
- Do, E.Y. & Gross, M.D. (2007). Environments for creativity: a lab for making things. In Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition. ACM, New York, NY, 27-36.
- Frangou, S.; Papanikolaou, K.; Aravecchia, L.; Montel, L.; Ionita, S.; Arlegui, J. et al (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. In Proceeding of the 2008 conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots. (54-65) Venice: Italy.
- Garnica Estrada, E. (2013). Robots: Herramientas para las aulas de clase. Ingeniería, matemáticas y ciencias de la información. Recuperado de <http://urepublicana.edu.co/ingenieria/wp-content/uploads/2014/04/Robots.pdf>
- Grennon y Brooks. (1999). In search of understanding: The case for constructivist classrooms. Assn for supervision & Curriculum

- González, H., Roca, D., Torres, S., Armesto, J. y Puete, E. (2014). Una experiencia de Aprendizaje Basado en proyectos en el ámbito tecnológico: Diseño de un sistema de navegación indoor de bajo coste. *Universitaria*, 7, (1), 8-19.
- González, J y Jiménez, J. (2010). La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Rev. Iberoam. Informática Educ.*, no. 10, pp. 31-36.
- Hepp, Pedro & Merino, María & Barriga, Victoria & Huircapán, Andrea. (2013). Tecnología robótica en contextos escolares vulnerables con estudiantes de la etnia Mapuche. *Estudios Pedagógicos XXXIX, Número Especial 1*: 75-84.
- Junestrad, S., Passaret, X & Vázquez, D. (2004). *Domótica y hogar digital*. Madrid: Editorial Panarinfo. Recuperado de <https://tinyurl.com/y25xvofo>
- Katz, R. (2015). *El ecosistema y la economía digital en América Latina*. Editorial Ariel. Barcelona, España.
- Lancheros, Diana J. (2010). Diseño e implementación de un módulo de prácticas para el aprendizaje en la construcción, implementación y manipulación de Robots. *Formación universitaria*, 3(5), 3-8. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062010000500002>
- Liang, W.; Readle, J.C. & Alder, C. (2006). Teaching robotics to cybernetics students. *International Journal of Electrical Engineering Education*: 358-368.
- Lopez, P. y Andrade, H. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación* 37(1), 43-63. Recuperado de <https://doi.org/10.15517/revedu.v37i1.10628>
- Lundgren, S.; Torgersson, O.; Hallnäs, L.; Eriksson, E. & Ljungstrand, P. (2006). Teaching Interaction Design: Matters, Materials and Means. Paper presented in DRS Wonderground conference. 1-4 de noviembre. Lisboa-Portugal.
- Malec, J. (2001). Some thoughts on robotics for education. *Proceeding of American Association of Artificial Intelligence Symposium on Robotics and Education*. Lund University.
- Markham, T. (2003). *Project based-learning handbook*. Buck IFE
- Miglino, O.; Cardaci, M. & Hautop, H. (1999). Robotics as an Educational Tool. *Journal. of Interactive Learning Research*10, (1): 25-47.
- Monsalves, S. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de pedagogía*, vol 32, No 90. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/659/65920055004.pdf>
- Moreno, I.; Muñoz, L.; Serracín, J.; Quintero, J.; 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), 74-90.
- Nourbakhsh, I.; Crowley, K.; Bhave, A.; Hamner, E.; Hsiu, T.; Pérez-Bergquist, A.; Richards, S. & Wilkonson, K. (2005). *The Robotic Autonomy Mobile Robotics Course*:

- Robot design, curriculum design and educational assessment. *Autonomous Robots* 18:103-127.
- Pozo, E. G. (2005). Técnicas para la Implementación de la Robótica en la Educación Primaria. Recuperado de Complubot: http://complubot.educa.madrid.org/actividades/inrerdidac_robotica_primaria.pdf.
- Piotrowski, M. & Kressly, R. (2009). IED Clean-Up: A Cooperative Classroom Robotics Challenge. *Technology Teacher*, 68 (4): 15-19.
- Ruiz, F., Hernández, P y Cebrian de la Serna, M. (2018). Programación y robótica educativa: Enfoque didáctico-técnico y experiencias de aula. Recuperado de <https://hdl.handle.net/10630/15784>
- Ruiz-Velasco, E.; Beauchemin, M.; Freyre, A.; Martínez, P.; García, V.; Rosas, L.; Minami, Y. & Velásquez, M. (2006). Robótica Pedagógica: Desarrollo de Entornos de Aprendizaje con Tecnología. *Virtual Educa*.
- Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid: Díaz de Santos.
- Sánchez, M. (2004). Ambientes de Aprendizaje con Robótica Pedagógica. *Tecnologías de Información y Comunicaciones para la Enseñanza Básica y Media*. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php>
- Singh, R.; Maire, F.; Sitte, J. & Tickle, A. (2006). A Low Cost Controller Board for Teaching Robotics. *Proceedings of the 3rd International Symposium on Autonomous Minirobots for Research and Edutainment (AMIRE 2005)*. Berlin: Springer.
- Solórzano, V. y Marina, C. (2009). Construcciónismo. Referente sociotecnopedagógico para la era digital. *Innovación Educativa*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=1794/179414895005>
- Uribe, E. I., & Correa, M. C. (2010). Investigación de Mercado Doméstico Colombiano. Grupo de investigación, Desarrollo y aplicación en Telecomunicaciones e Informática. (GIDATI) - (UPB) centro de desarrollo empresarial.
- Wiesner-Steiner, A.; Schelhowe, H. & Wiesner, H. (2007). The Didactical Potential of Robotics for Education with Digital Media. *International Journal of Information and Communication Technology Education*, 3(1) 36-44.