Robótica Educativa: una estrategia para despertar vocaciones tempranas en Informática

Fernanda Beatriz Carmona, Claudia Isaia, Alberto Eduardo Riba, Fernando Emmanuel Frati

Departamento de Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Chilecito
9 de Julio 22, Chilecito, La Rioja, Argentina
{fbcarmona, cisaia, ariba, fefrati}@undec.edu.ar

Resumen

De acuerdo a los datos relevados durante el último informe de autoevaluación de las carreras de Licenciatura en Sistemas e Ingeniería en Sistemas de la UNdeC, en los dos primeros años de estas carreras la deserción es de aproximadamente un 40 %, debido principalmente al bajo nivel de conocimientos previos con los que llegan los alumnos a la universidad sumado en muchos casos al concepto erróneo que ellos se forman sobre la carrera.

Este trabajo propone una estrategia pedagógica que, utilizando la Robótica Educativa y la "enseñanza directa" como aprendizaje por descubrimiento guiado, pretende apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La propuesta busca fortalecer la articulación Universidad - Nivel medio, completamente debilitada en la región, a través del desarrollo de una plataforma de hardware de bajo costo que pueda ser utilizada en las Escuelas para despertar vocaciones tempranas vinculadas a las carreras tecnológicas, en especial las relacionadas con la Informática. El objetivo principal es que el aprendizaje se logre de una manera lúdica, en donde el estudiante aplique su ingenio y creatividad.

Palabras clave: *robótica educativa, aprendizaje experimental, aprendizaje inductivo, programación, juego.*

1. Introducción

La Universidad Nacional de Chilecito (UNdeC) se presenta como una institución que busca la excelencia en el desarrollo científico y tecnológico, aprovechando las características propias de la región que la identifican, buscando diferenciarse y convertirse en el referente tecnológico regional y nacional a través de la implementación de un vigoroso plan de reformas y mejoras en las áreas de educación, investigación, extensión y difusión del conocimiento.

Sus aspirantes e ingresantes provienen en su mayoría de los 17 (diecisiete) establecimientos educativos de Nivel Medio del departamento Chilecito (aproximadamente 50.000 habitantes) como así también de otros departamentos de la provincia y de provincias limítrofes, especialmente de Catamarca y San Juan.

Los procesos de desarticulación y segmentación educativa, desarrollados en los últimos años en nuestro país y en especial en la región, dificultan el pasaje, ingreso y permanencia, de los alumnos del nivel medio a los estudios universitarios [1].

Con el fin de acortar la brecha existente en la articulación Universidad - Nivel Medio es necesario profundizar contenidos teóricos - prácticos y su aplicación en un proceso de formación integral que reúna conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes propios de los modos de producción en los diferentes campos disciplinares, acordes a los requerimientos sociales.

En este contexto, existen políticas de estado destinadas a facilitar a todos los docentes y alumnos del Nivel Medio el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones: la implementación del programa del Estado Nacional denominado Modelo 1 a 1 a través del programa "Conectar Igualdad" al cual la provincia de La Rioja complementó con el plan "Joaquín V. Gonzalez", han alcanzado una alta cobertura, cumpliendo con la entrega de netbooks a estudiantes y docentes de escuelas secundarias. A estos programas se suma la iniciativa del Estado Nacional "program.ar 2020", lanzada en el mes de Abril de 2014, que busca acercar a los jóvenes en edad escolar al aprendizaje de las Ciencias de la Computación y concientizar a la sociedad en general sobre la importancia de conocer estos conceptos.

Conforme a estas tendencias, consideramos oportuna la intervención de la UNdeC como nexo de articulación entre Nivel Medio y Universidad, dado que la universidad es el medio adecuado y pertinente para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje sobre dicha tecnología, con el objetivo final de despertar en los estudiantes de Nivel Medio la vocación por las carreras tecnológicas, particularmente en Informática.

En este sentido, la Robótica Educativa se concibe como un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales y en los procesos de mediación pedagógica para que los estudiantes creen prototipos o simulaciones robóticas que surgen a partir del ingenio, la creatividad y puesta en práctica de lo aprendido [2].

Este trabajo se organiza de la siguiente forma: en la Sección 2 se analizan dos problemas relacionados con el ingreso y permanencia de los jóvenes en el sistema universitario. En la Sección 3 se presenta el diseño de una estrategia de Robótica Educativa dirigido a estudiantes de los últimos cursos del Nivel Medio. La Sección 4 comenta los resultados esperados de esta propuesta y se brindan detalles sobre el grado de avance. La Sección 5 presenta un resumen de trabajos relacionados con nuestro proyecto. Finalmente, se comentan las conclusiones y líneas de trabajo futuras.

2. Ingreso y permanencia en las carreras tecnológicas

La vertiginosa evolución de la ciencia y la tecnología hacen emerger una sociedad basada en la información y el conocimiento, obligando a la Universidad a replantear los vínculos con todos los sectores de la comunidad, revisando y reorientando los contenidos curriculares y métodos de enseñanza y aprendizaje a implementar.

A continuación se analizan dos problemas relacionados con el ingreso y permanencia de los jóvenes en el sistema universitario: por un lado, la necesidad fortalecer los conocimientos de estos sobre la tecnología y despertar su interés en las carreras afines; por el otro, la necesidad de disminuir la deserción universitaria en los primeros años de la carrera.

2.1. Aspirantes a estudiar en carreras tecnológicas

El avance tecnológico y la implementación de los diferentes políticas de estado, como las mencionadas anteriormente, aumentan las posibilidades de acceso masivo al conocimiento producido.

Sin embargo, la ausencia de una formación integral debido a la segmentación del Nivel Medio en modalidades disciplinares, sumado a la falta de reconsideración de las relaciones existentes entre el conocimiento científico y los conocimientos muy diversos de comunidades, culturas y contextos locales, evidencian una nueva brecha que no es tecnológica, sino cultural. En este sentido es de interés destacar el uso instrumental que se está dando a las TIC, sin involucrar en ello un proceso reflexivo que sirva de soporte al proceso de aprendizaje.

Si la política de inclusión digital educativa no contempla las características institucionales de cada una de las escuelas, y con ella las de su población, así como las trayectorias tecnológicas de las mismas, lejos están de lograrse los

tan preciados y necesarios cambios sociales que pregona.

Por otro lado, las instituciones universitarias requieren de sus alumnos, no sólo, los aprendizajes vinculados al conocimiento de las disciplinas, sino también los relacionados con las destrezas y estilos de pensamiento de las culturas disciplinares, y el desarrollo de una personalidad autónoma y crítica para su desempeño social [3]. Ello implica desarrollar la capacidad de buscar, sistematizar, comprender, organizar y principalmente utilizar la información a la que se accede por medio de las tecnologías. De allí la necesidad de que especialmente los niños y jóvenes puedan contar con herramientas cognitivas y competencias que permitan accionar de modo crítico, creativo, reflexivo y responsable sobre la abundancia de datos para aplicarlo a diversos contextos y entornos de aprendizaje, así como para construir conocimiento relevante en base a ellos.

Para revertir la problemática es necesaria la planificación y realización conjunta de acciones que favorezcan la inserción de los estudiantes en la universidad, previniendo y disminuyendo las causas del abandono y el estancamiento en los primeros años de las carreras universitarias.

2.2. Deserción Universitaria: situación actual de la UNdeC

De acuerdo a los datos relevados durante el último informe de autoevaluación de las carreras de Licenciatura en Sistemas e Ingeniería en Sistemas de la UNdeC, en los dos primeros años de estas carreras la deserción es de aproximadamente un 40 %, y de un promedio de 36 % en cada año subsiguiente; llegándose a tener alrededor de un 80 % de deserción acumulada, respecto a los ingresantes en ese año.

El índice de desgranamiento y deserción se acentúa en los dos primeros años, donde en el 70 % de las asignaturas se alcanza sólo un promedio del 28 % (sobre alumnos inscriptos) de alumnos que regularizan las asignaturas, debido principalmente al bajo nivel de conocimientos previos con los que llegan los alumnos a la universidad sumado en muchos casos al concepto erróneo que ellos se forman sobre la carrera.

En algunas asignaturas se han registrado hasta un 50 % de alumnos que no alcanzan a rendir ningún examen parcial, y en particular se detectó que muchos aspirantes realizan una primera instancia del trámite de inscripción, sin llegar a realizar ninguna actividad académica real en la carrera. La marcada deserción y el lento avance entre los diferentes años se manifiestan como algunos de los síntomas de la crisis del sistema educativo.

Consideramos que para reducir estos niveles de deserción es necesario trabajar en dos aspectos: 1) mejorar la comprensión del aspirante sobre el rol que tendrá como profesional de Sistemas, desmitificando la creencia de que las carreras tecnológicas son tediosas; 2) fortalecer los conocimientos y habilidades tecnológicas con las que estos aspirantes llegan al ingreso universitario.

Para lograr esto, es necesario que la universidad genere un acercamiento al Nivel Medio, constituyéndose como nexo de articulación Nivel Medio - Universidad.

3. La Robótica Educativa como vehículo de articulación Nivel Medio - Universidad

La robótica propone otra forma de aprender, con prácticas sobre tecnología tangible y de forma más dinámica. Aunque se trate de robots, que obligan a programar, a pensar cómo dar y cumplir una orden, entre otros aspectos, la robótica es más social que exacta. Los impulsores de la robótica coinciden en que hay que preparar a los jóvenes para ese futuro; la mejor manera de encontrarse con él es conociéndolo, sin temores, a través del juego y en compañía de sus pares.

La propuesta consiste en generar un taller de Robótica Educativa en conjunto con las instituciones de Nivel Medio, brindando un espacio que les permita a los estudiantes no sólo ser usuarios de las tecnologías, sino que, a partir de conocimientos matemáticos, mecánicos, físicos y lógicos, logren resolver, en forma activa, pro-

blemas significativos, bajo el reconocimiento de situaciones problemáticas de la vida real.

En este sentido, utilizaremos a la robótica como vehículo de aprendizaje con materiales concretos, motivando a los jóvenes a construir, diseñar y explorar nuevas formas de hacer las cosas, a través del aprendizaje experimental, el trabajo en equipo y el desarrollo de su confianza y habilidades innovadoras.

Se busca generar un contexto de aprendizaje apoyado en las tecnologías digitales y en los procesos de mediación pedagógica para que los estudiantes creen prototipos o simulaciones robóticas que surgen a partir del ingenio, la creatividad y puesta en práctica de lo aprendido. Los estudiantes van a diseñar, construir y programar creaciones propias, primero mentales y luego físicas-externas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador a través de un lenguaje de programación [4].

3.1. Estrategia pedagógica

La enseñanza expositiva basada exclusivamente en la presentación de la información constituye un modelo ampliamente criticado en la actualidad [5]. Para Ausubel la enseñanza expositiva es recomendable por encima de otras propuestas de enseñanza (especialmente para estudiantes de mayor edad) si y sólo si: se parte y estructura con base en los conocimientos previos de los alumnos, se le da una organización apropiada al contenido, se le proporciona una cierta significatividad lógica y psicológica a la información nueva que se pretende enseñar, se utilizan ciertas estrategias de enseñanza, y se garantiza y promueve el esfuerzo cognitivo-constructivo de los alumnos [6]. La toma en consideración de éstos y otros aspectos hace posible que ocurran aprendizajes significativos por recepción en la enseñanza expositiva.

Una propuesta o modelo de enseñanza contrapuesto, que se orienta hacia el ámbito del aprendizaje por descubrimiento guiado, es la llamada "enseñanza directa" que se compone de las siguientes fases: a) Introducción, b) Presentación de la información con modelamiento y explicación, c) Oportunidades de práctica guiada y d) Oportunidades de práctica independiente [7]. Esta propuesta de enseñanza que se acerca al aprendizaje por descubrimiento guiado, se suele utilizar mucho para la enseñanza de habilidades y procedimientos y ha sido rescatado por muchas propuestas pedagógicas o modelos de enseñanza, como "aprendizaje basado en problemas" [8], el "aprendizaje como investigación" en el campo de enseñanza de las ciencias [9], o bien, algunas estrategias de enseñanza que se basan en el "aprendizaje cooperativo" [10, 11].

Por estos motivos, el diseño del taller privilegia el aprendizaje inductivo por conocimiento guiado mediante la utilización de metodologías constructivistas que permitan que el estudiante construya su propio conocimiento a través de:

- La integración de distintas áreas del conocimiento.
- La operación con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto a lo abstracto.
- La apropiación del lenguaje gráfico, como si se tratara del lenguaje matemático.
- La operación y control de distintas variables de manera sincrónica.
- El desarrollo de un pensamiento sistémico.
- La construcción y prueba de sus propias estrategias de adquisición del conocimiento.
- La creación de entornos de aprendizaje.

3.2. Diseño del taller

El taller se concibe como una serie de encuentros con los estudiantes en los que se imparten conceptos necesarios para armar un robot y su posterior programación para conseguir que el robot resuelva en el menor tiempo posible un juego. El objetivo principal es que el aprendizaje se logre de una manera lúdica, en donde el estudiante aplique su ingenio y creatividad.

Cada robot será construido a través de módulos independientes encastrables, diseñados para comunicarse y articularse entre sí. Los módulos, el entorno donde el Robot deberá desempeñarse y el pseudolenguaje necesario para programarlo serán desarrollados por el equipo de trabajo conformado por docentes y estudiantes avanzados de la carrera Ingeniería en Sistemas, con el objeto de reducir la complejidad inherente y conseguir un entorno más natural e intuitivo.

El objetivo de construir el robot como módulos independientes encastrables es permitir que éstos sean utilizados como caja negra, teniendo en cuenta sólo la función que el módulo debe cumplir. Esta modularización de componentes permitirá organizar el taller de modo incremental a través de un conjunto de actividades prácticas.

Cada actividad provee material didáctico especialmente diseñados sobre la base del aprendizaje por descubrimiento guiado expresado en los postulados de la "enseñanza directa", el "aprendizaje basado en problemas" y el "aprendizaje cooperativo" como propuestas o modelos de enseñanza. La estrategia propone combinar un componente, sensor o actuador, con una función pseudocodificada que abstrae la funcionalidad del mismo. Esto permite examinar una habilidad diferente del robot sin necesidad de estudiar los fundamentos electrónicos del componente y al mismo tiempo transmitir un concepto de programación.

Por ejemplo, uno de los módulos se compone de una llave que puede tener dos estados: ENCENDIDO y APAGADO. El pseudocódigo diseñado para abstraer ese módulo se presenta como una función boton() que devuelve el valor lógico VERDADERO o FALSO para representar los estados ENCENDIDO y APAGADO respectivamente. A su vez se cuenta con módulos compuestos por leds, identificados por el color del led. Cada módulo led puede ser encendido o apagado a través de las funciones encenderLed() y apagarLed(). Ambas funciones reciben como parámetro el color del led que se desea encender. Con estos elementos, durante la práctica el estudiante debe combinarlos con una sentencia condicional para que el robot encienda o apague el led en función del estado de la llave.

Como se mencionó anteriormente, la especificación de los módulos carecerá de conceptos de electrónica, por lo que el estudiante sólo necesita comprender la función que debe cumplir el módulo y cómo se debe interactuar con él.

Esta metodología de trabajo se repite para transmitir los conceptos de cada estructura de programación a enseñar. El objetivo final es que, a través de los conceptos de programación aprendidos en cada práctica, los estudiantes sean capaces de elegir los módulos que consideren necesarios combinar a fin de completar el objetivo del juego en el menor tiempo posible.

3.3. Características del juego

Se conformarán equipos de no más de tres estudiantes, que deberán trabajar en forma colaborativa desarrollando un programa en pseudolenguaje y los módulos aprendidos durante las prácticas para diseñar un robot que combine adecuadamente estos conceptos a fin de encontrar una secuencia de colores en una habitación rectangular. La Figura 1 muestra una configuración posible para el juego.

Tal como se observa en la figura, esta habitación es un sector plano perimetrado por cuatro paredes, cada una de ellas pintadas de un color diferente. Los equipos reciben un kit compuesto de una variedad de módulos y una secuencia de colores a encontrar. Los miembros de cada equipo deben decidir qué módulos utilizar a fin de cumplir con el objetivo, diseñar una estrategia de búsqueda y expresarla en un algoritmo utilizando el pseudocódigo aprendido. La Tabla 1 muestra una descripción para el segmento de código empleado en la Figura 1.

Cabe aclarar que el pseudocódigo permite implementar diferentes soluciones para el mismo problema: por ejemplo, un equipo podría darse cuenta que no es necesario usar la función puedoLeerColor() si se usa la función leerColor() en el bucle mientras.

Cuadro 1: Ejemplos de abstracciones para la funcionalidad de los módulos.

Función	Descripción
puedoLeerColor()	Abstrae la funcionalidad del sensor de *proximidad*. Devuelve VERDADERO si el robot se encuentra a menos de 5 cm de una pared, caso contrario devuelve FALSO. Esto obliga al estudiante a implementar una estructura repetitiva para provocar que el robot avance hasta que se encuentre con la pared.
avanzar()	Abstrae la funcionalidad del actuador *ruedas*. Cada llamada a esta función provoca que el robot avance "un paso". La distancia de un paso está definida como un décimo de la longitud entre dos paredes opuestas (es decir, para llegar de una pared a la que se encuentra en frente el alumno deberá repetir al menos 10 veces esta función).
emitirSonido()	Abstrae la funcionalidad del actuador *bocina*. Permite generar una señal audible para indicar que el robot alcanzó alguna etapa del programa.
leerColor()	Abstrae la funcionalidad del sensor de *color* y de *proximidad*. Si el robot se encuentra a menos de 5 cm de una pared, devuelve el color de la misma. Caso contrario devuelve la constante NADA para indicar que no se ha conseguido leer el color.

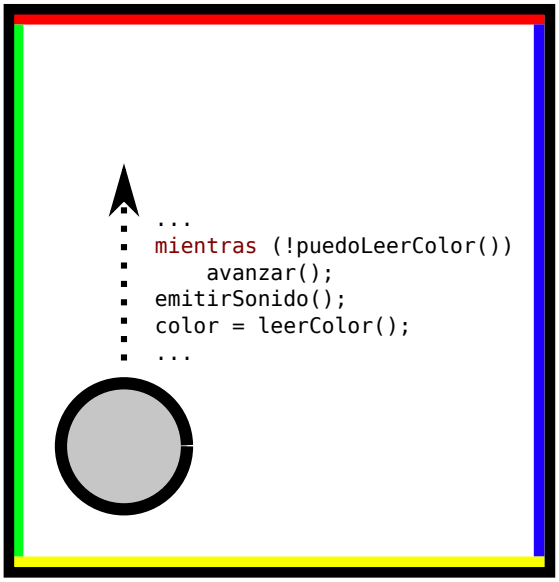

Figura 1: Fragmento de pseudocódigo necesario para que el robot encuentre un color.

El robot deberá ser capaz de recorrer el espacio en todas las direcciones posibles y al encontrar una pared identificar a través de sensores el color correspondiente.

Para forzar que los participantes diseñen una estrategia de búsqueda, la ubicación de los colores en las paredes puede (y debe) variarse entre jugadas. El juego termina cuando el robot ha encontrado todos los colores de su secuencia o cuando se ha alcanzado el tiempo máximo.

3.4. Kit de Robótica Educativa

El kit de Robótica Educativa a utilizar estará compuesto por un módulo principal que alojará al microcontrolador Arduino [12] UNO R3, al sistema de alimentación y a un conjunto de módulos encastrables que puedan ser ensamblados de acuerdo al objetivo que se quiera alcanzar.

Entre los módulos encastrables se cuenta con un conjunto de sensores que componen el sistema de percepción del robot y actuadores que permiten modificar las variables del entorno controladas. Se utilizarán sensores para la evasión de obstáculos, seguidores de líneas, detectores de color, de contactos basados en switchs, entre otros, y actuadores como motores o indi-

cadores lumínicos del estado interno del robot.

Este diseño permite que el kit pueda ser armado y desarmardo de manera simple, siendo ideal para la experimentación y comprensión de conceptos matemáticos, físicos e informáticos.

Para el diseño y construcción de los módulos se utilizarán piezas de bajo costo y disponibles en el mercado nacional para que en caso de pérdida o daño puedan ser reemplazadas fácilmente.

El proyecto incluye la programación de una librería con funciones similares a las de la Tabla 1, que se anexará al entorno de desarrollo Arduino, con el objeto de brindarle al estudiante un nivel de abstracción superior que le permita programar en un lenguaje más natural e intuitivo que el aportado por el propio entorno.

4. Resultados esperados y grado de avance

Con el desarrollo e implementación del proyecto se plantean varias metas por alcanzar, entre las cuales se destacan:

- La generación de un ambiente de aprendizaje que permita, a estudiantes del Nivel Medio, integrar distintas áreas del conocimiento, adquiriendo habilidades generales y nociones científicas.
- La expansión de las TIC en las escuelas de Nivel Medio del departamento Chilecito y de la región.
- La disminución del índice de deserción en el primer año de las carreras incluidas como oferta académica de la UNdeC.
- El fortalecimiento de la articulación entre Universidad e Instituciones del Nivel Medio.

Actualmente se está trabajando sobre el diseño de los diferentes módulos encastrables, en la definición y desarrollo de las diferentes funciones a incluir como parte del entorno de desarrollo de Arduino y en el bosquejo del material didáctico que se distribuirá durante la realización de los talleres. Se espera lograr para el próximo semestre el desarrollo completo del Kit de robótica, incluyendo el material didáctico, el diseño y la planificación de los talleres que se desarrollarán, para ser utilizados como prueba piloto en una Institución de Nivel Medio del Departamento Chilecito.

5. Trabajos Relacionados

Las computadoras y la forma de programarlas han evolucionado de una forma vertiginosa con el paso del tiempo, como así también la enseñanza de la programación sobre la cual coexisten varios enfoques y tendencias.

En Argentina y en Latinoamérica se están implementando proyectos, como propuestas de enseñanza de la programación en los primeros años de la carrera, que incorporan entre sus estrategias el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje colaborativo, otros incluyen, además, a la robótica como una opción para la profundización y gestación de habilidades cognitivo-creativas [13, 14, 15].

Algunas de estas propuestas promueven la construcción de robots que compiten de acuerdo a reglas internacionales y por categorías, otras usan la robótica como recurso de apoyo en el estudio de habilidades básicas en matemáticas, ciencias o física y construyen y programan modelos que ayudan a representar con elementos externos esos conceptos. Otros promueven la construcción de robots que ejecutan tareas y funciones particulares o que se comportan de cierta manera ante variables del ambiente. [16, 17]. Aunque todas ellas sirven de inspiración, aplicamos un enfoque diferente: nuestra propuesta utiliza actividades colaborativas y lúdicas relacionadas con la programación de un robot para la resolución de problemas, como estrategia de enseñanza de la programación destinada especialmente a estudiantes del Nivel Medio. No buscamos crear un curso completo de programación, sino generar un espacio de acercamiento a la tecnología y al mundo de la programación que resulte atractivo para los jóvenes antes de que ingresen a la universidad. Sin embargo, consideramos que nuestra propuesta

puede complementarse con las anteriores con la finalidad de reducir la deserción en los primeros años de la carrera.

6. Conclusiones y trabajos futuros

Con el proceso de acreditación de las carreras Ingeniería en Sistemas y Licenciatura en Sistemas de la UNdeC, la currícula de estas ha sufrido modificaciones en sus contenidos especialmente en las asignaturas pertenecientes a las áreas de tecnología básica y aplicada, específicamente relacionados con la arquitectura de computadoras, los microcontroladores y la programación de bajo nivel.

Es así que este proyecto surge con el fin de profundizar estos contenidos teóricos - prácticos y su aplicación en la articulación Universidad - Nivel Medio, considerando la imperiosa necesidad de acortar la brecha existente entre ambos, utilizando la tecnología como métodos de enseñanza y aprendizaje a implementar.

A través de la difusión de los talleres y los logros alcanzados en la prueba piloto se proyecta, de ser necesario, ajustar los contenidos incluidos, rediseñar el material didáctico y la planificación de los talleres, para así replicar la experiencia en otras instituciones del departamento y de la región. Los talleres tendrán continuidad año tras año para cada institución por lo que será necesaria la incorporación y capacitación de los instructores.

El desarrollo de este proyecto conlleva, sin dudas, a la generación de otros proyectos relacionados con el uso de la tecnología en la articulación Universidad - Nivel Medio considerando la amplia cobertura de la temática a desarrollar y la imperiosa necesidad de articulación existente entre estos niveles educativos, como así también, en la gestación de líneas de investigación relacionadas con nuevas estrategias didácticas en Robótica y Educación, la utilización y programación de microcontroladores en otros ambientes de trabajo y la utilización de lenguajes interpretados.

Referencias

[1] José Joaquín Brunner and Rocío Ferrada Hurtado, *Educación superior en Iberoamerica 2011*, José Joaquín Brunner and Rocío Ferrada Hurtado, Eds. Santiago, Chile: RIL® editores, Oct. 2011.

[2] Ana Lourdes Acuña, María Dolores Castro, and Diana Matarrita Obando, "Desarrollo de capacidades para el diseño e implementación de proyectos de robótica educativa en américa latina y el caribe," Fondo. Reg. para la Inov. Digital en América Latina y el Caribe y la Fund. Omar Dengo, Informe Final de investigación, 2011.

[3] SPU, "Articulación escuela secundaria educación superior," Blog: Portal de Educación, 2007. [Online]. Available: http://portales.educacion.gov.ar/spu/cpres/articulacion-escuela-secundaria - educacion-superior/

[4] Enrique Ruiz Velasco Sánchez, *Educatrónica*, 1st ed. Madrid: Díaz de Santos, Jan. 2013.

[5] P. D. Eggen and D. P. Kauchok, "Estrategias docentes, enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento," *Docencia Universitaria*, vol. 1, no. 1, 2000.

[6] J. Sancho and F. Hernández, "La comprensión de la cultura de las innovaciones educativas como contrapunto de la homogeneización de la realidad escolar," *Universidad de Barcelona*, 1995.

[7] F. D. B. Arceo and G. H. Rojas, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*, 2nd ed. México: McGraw-Hill, 2002.

[8] L. Torp and S. Sage, *El aprendizaje basado en problemas: desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria*. Amorrortu, 1999.

[9] D. Gil Pérez, "Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas," *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 12, no. 2, p. 154–164, 1994.

[10] D. W. Johnson, R. T. Johnson, and E. J. Holubec, *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós, 1999.

[11] C. Crook, *Ordenadores y aprendizaje colaborativo*. Ciudad Universitaria, Madrid: Ediciones Morata, 1998.

[12] Massimo Banzi, *Getting Started with Arduino*, 2nd ed. O'Reilly Media, 2011. [Online]. Available: http://it-ebooks.info/book/1338/

[13] A. H. González and M. C. Madoz, "Utilización de TIC para el desarrollo de actividades colaborativas para la enseñanza de la programación," Jul. 2013. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10915/27525

[14] R. Coppo, J. Iparraguirre, G. Feres, G. Ursua, and A. Cavallo, "Sistema didáctico para la enseñanza de la programación con metodologías de aprendizaje basado en problemas," 2011, eje: Tecnología informática aplicada en educación. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10915/19923

[15] L. C. De Giusti, F. Leibovich, M. Sanchez, F. Chichizola, M. Naiouf, and A. E. De Giusti, "Desafíos y herramientas para la enseñanza temprana de concurrencia y paralelismo," Oct. 2013, WIEI - II Workshop de innovación en educación en informática. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10915/31680

[16] Cristian Rigano and Juan Vivanco, "MHO: un robot de sumo - la primera experiencia en robótica con un LOGO!" Grupo de Robótica y Simulación, Departamento de Ingeniería Eléctrica, UTN-FRBB, Bahía Blanca, Reporte, 2006.

[17] M. A. Junco Rey, R. Swain Oropeza, A. Aceves López, and J. Ramírez Uresti, "RoboCup: el reto tecnológico de monterrey campus estado de méxico," Arequipa, Perú, 2002.