

# Estrategias didácticas para la enseñanza de la programación imperativa, utilizando el Robot Educativo Programable

Paula Lencina<sup>1</sup>, Mariana Ado<sup>1</sup>, Pedro Iglesias<sup>2</sup>, Mónica Sarobe<sup>1</sup>, Claudia Russo<sup>3</sup>

Instituto de Investigación y Transferencia en Tecnología (ITT)<sup>4</sup>  
Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)  
Escuela de Tecnología (ET)  
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires (UNNOBA)

{paula.lencina, mariana.ado, pedro.iglesias, monica.sarobe,  
claudia.russo}@itt.unnoba.edu.ar

**Abstract.** El contexto tecnológico actual le impone permanentemente nuevos desafíos al sistema educativo, el cual debe reestructurar y reorientar sus propuestas pedagógicas a la luz de estos cambios. A la par, la sociedad contemporánea y los estudiantes en formación reclaman nuevas estrategias didácticas que sean acordes con los requerimientos de un mundo que brinda a los individuos una avalancha de información, que no es asimilable de forma sencilla.

Resulta indispensable que las instituciones educativas puedan adaptarse a los requerimientos del mundo actual, formando a las presentes generaciones en las nuevas formas de construcción del conocimiento, como complemento de los contenidos específicos que fueron el eje de la enseñanza hasta el momento.

**Keywords:** Estrategias didácticas - Interfaz - Robot - Programación Imperativa

## 1 Introducción

El presente trabajo se desarrolla en el marco de un proyecto de investigación denominado "Informática y Tecnologías Emergentes", aprobado y financiado por la Secretaría de Investigación, Desarrollo y Transferencia (SIDyT) de la UNNOBA en el marco de la convocatoria a Subsidios de Investigación BIANUALES 2017 (SIB 2017). Este proyecto es ejecutado por un equipo constituido por docentes e investigadores,

---

<sup>1</sup> Docente-Investigador ITT

<sup>2</sup> Becario ITT

<sup>3</sup> Investigador Adjunto sin Director CIC

<sup>4</sup> Centro Asociado CIC

becarios y estudiantes, que se desempeñan en el ITT; y trabaja en busca de atender a la problemática sobre desgranamiento y deserción estudiantil que se presenta en la Escuela de Tecnología (unidad académica de UNNOBA). La ET tiene competencias en las carreras del área de Ingeniería, Diseño e Informática; estando inmersas en esta última área las carreras: Ingeniería en Informática, Licenciatura en Sistemas, Analista de Sistemas y Tecnicatura Universitaria en Soporte Informático.

En ese sentido, y con el objetivo identificar los factores causales de las problemáticas antes mencionadas, en la ET se lleva a cabo un relevamiento de datos de los estudiantes inscritos, matriculados y graduados, cuatrimestre por cuatrimestre, de acuerdo a cada cohorte. Es decir, se realiza un análisis longitudinal y transversal de la totalidad de los años de cursada para establecer así el índice de deserción por cada carrera y determinar su momento más crítico.

De acuerdo a los datos registrados durante el período 2005-2015, y a la indagación sobre los posibles factores causales de la deserción y el desgranamiento, desde el año 2016 en la ET se llevan a cabo diferentes estrategias y acciones con la intención de mejorar o revertir esta situación.

En el siguiente apartado se relatan brevemente estas acciones.

## **2 Deserción y desgranamiento, estrategias para mitigar sus causas**

Existen diferentes acciones orientadas al apoyo y permanencia de los estudiantes durante los primeros años de ingreso a las carreras de grado. En el caso de la unidad académica de la que se está hablando, las mismas se pueden concentrar en los ejes que se describen a continuación:

Taller de ingreso.

Programa de tutorías.

Programas de voluntariados y extensión universitaria.

Investigación.

En el taller de ingreso se intenta articular con el nivel secundario, para facilitar el ingreso de los estudiantes a la universidad, como así también para atender sus necesidades de formación, de modo que puedan transitar con éxito el primer año de los estudios superiores.

Dicha propuesta educativa es de carácter semi-presencial y se divide en módulos que apuntan a trabajar el bagaje que el aprendiz trae consigo, así como también incorporar conceptos y habilidades nuevos. En ese sentido, en cada carrera se articula con alguna de las asignaturas que el estudiante tendrá durante el primer cuatrimestre de su año inicial.

Para el caso de los ingresantes a las carreras del área de informática la articulación se realiza con la asignatura Introducción a la Programación Imperativa (IPI). Es en esta asignatura en la que se interviene con el trabajo que relata el presente paper.

Vale mencionar que con tal articulación se aspira a promover el desarrollo del Pensamiento Computacional para favorecer las habilidades de los estudiantes, y de ese modo tener la capacidad de enfrentar y resolver los problemas de índole académicos, personales y sociales.

De esta manera, se espera que al momento de resolver un problema, puedan poner en juego habilidades de descomposición (descomponer un problema complejo en pequeños subproblemas, cuyas soluciones combinadas otorgan solución al problema general), de abstracción (centrar la atención en las características más relevantes del problema, de modo de captar su esencia y filtrar sus características secundarias para luego crear una representación simplificada del mismo) de reconocimiento de patrones (acudir a problemas similares resueltos con anterioridad) y algoritmo (conjunto de instrucciones claras y precisas, que se identifican y se planifican en un determinado orden para la resolución a un problema)

Por otra parte, en lo que a tutorías se refiere y a nivel unidad académica en la ET, se trabaja con el Programa de Apoyo y Fortalecimiento Académico (PAFA). El PAFA persigue el objetivo de implementar un sistema integral de asistencia a los estudiantes dividido en tres ejes. Estos ejes se denominan: Tutorías para estudiantes de los primeros años (TUPA), Cursos de apoyo para rendir finales de las Asignaturas de los primeros años de las Carreras de la Escuela (CARF) y Estrategias de apoyo para la graduación de los y las estudiantes de informática.

En el eje TUPA, que particularmente atañe al presente trabajo, se busca analizar la problemática de los primeros años de estudios universitarios, con el objetivo de lograr un acercamiento social con los estudiantes, donde se ofrezcan experiencias que enriquezcan el vínculo de éstos con la institución. De este modo, se pretende mejorar la permanencia y retención estudiantil en la ET, al mismo tiempo que se investiguen los factores condicionantes por las cuales los estudiantes universitarios desertan el primero y el segundo año.

En cuanto a los proyectos de voluntariados y extensión, se fomenta la participación de estudiantes y docentes en diferentes programas, capacitaciones y actualizaciones.

Tal es el caso de las capacitaciones en la Fundación Sadosky<sup>5</sup>. La misma reunió a un equipo de docentes universitarios para capacitarse en “La programación y su didáctica” parte uno (1) y dos (2), y propició el dictado de tres capacitaciones a docentes de primaria y secundaria en esta temática. El objetivo principal fue impulsar la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Computación en las escuelas argentinas y, por ende, despertar la vocación en carreras afines en el nivel superior. Particularmente, esta capacitación aborda la estrategia de aprendizaje por indagación utilizando herramientas educativas, lo cual, está relacionado con el presente trabajo.

Otra estrategia ejecutada, concerniente al trabajo de investigación, y, pensando en que, en “la articulación” subyace el concepto de superar compartimentos estancos en educación, de manera que el sistema educativo mejore su calidad, en un marco de diversidad y equidad; es la muestra interactiva del saber y la tecnología, que se organiza con el fin de acercar la labor universitaria a los estudiantes del nivel secundario. En esa línea la ET presenta algunos espacios en los que se visibilizan algunas ofertas académicas

---

<sup>5</sup> <http://www.fundacionsadosky.org.ar/presentacion-institucional/>

de la escuela. En el área de informática se ha presentado la actividad “Carrera de programadores”, en la que se invita a los participantes a programar en forma lúdica y con herramientas introductorias a la temática.

Por último, respecto a la investigación, y con el objetivo de continuar avanzando en cuanto al diseño y la evaluación de actividades para la inclusión de las TIC en las actividades dentro del aula, así como también en la búsqueda de disminuir el desgranamiento y la deserción estudiantil, aquí se relata cómo se ha avanzado en relación a estrategias educativas con respecto al paradigma imperativo de la programación de computadoras utilizando como herramienta una interfaz diseñada para el uso del Robot Educativo Programable (REP).

### **3 Contexto**

Como ya se mencionó en este documento el presente trabajo se desarrolla en el marco del proyecto de investigación denominado “Informática y Tecnologías Emergentes”,

Allí mismo un grupo de investigadores ha trabajado en la construcción de un prototipo del REP [1]. Esta labor se llevó a cabo con el fin de contar con una herramienta propia de la universidad para trabajar a futuro en la enseñanza de la programación de computadoras, en el marco de una de las líneas de investigación del proyecto.

### **4 Desarrollando la herramienta para trabajar programación de computadoras**

El proyecto de investigación “Informática y Tecnologías Emergentes”, abarca diferentes líneas de investigación, desarrollo e innovación. Puntualmente en la línea Hombre-Máquina (HCI) se incluye la investigación, diseño, construcción y programación de robots como solución a problemas multidisciplinares y transversales.

Bajo esta línea, y ampliando el uso de la robótica en educación, se trabaja en busca de estrategias educativas con respecto al paradigma imperativo de la programación de computadoras. Se lo hace utilizando como herramienta una interfaz diseñada para el uso del REP, estudiando particularmente el caso de la asignatura IPI.

El plan de trabajo pertinente a la investigación incluyó varias tareas, entre la que se destaca el diseño de una interfaz para el uso del REP, lo cual se detalla en el siguiente apartado.

#### **4.1 Características de la interfaz**

Se ha diseñado una interfaz que favorece un trabajo introductorio en cuanto a conceptos y habilidades de programación.

Al iniciar la aplicación se visualiza una ventana principal dividida en seis paneles, como lo muestra la *Figura 1*:



Figura 1: captura de pantalla de la interfaz

La interfaz para REP trabaja con un pseudocódigo elemental que incluye las sentencias: Avanzar, Detenerse, Girar a la derecha, Girar a la Izquierda (órdenes para el robot); las estructuras de control de decisión y repetitivas de la siguiente manera: If, If-Else, While-Do, For; además facilita la creación y manipulación de variables, constantes y funciones. Con todos estos elementos se pueden abordar los conceptos básicos que deben desarrollarse en el inicio a la programación.

Luego, en el panel que se señala en la *Figura 2*, se visualizará el programa que se va armando del siguiente modo:

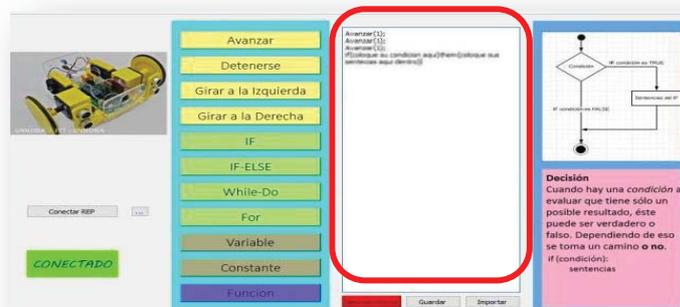


Figura 2: captura de pantalla de la interfaz señalando el panel del armado del programa

Los resultados de la ejecución del programa, se ven en los movimientos y comportamientos que el REP realice en el piso del aula.

La experiencia directa de visualizar cómo el REP responde a las órdenes que se le indican, transforma lo abstracto de las interfaces tradicionales de programación que simulan la ejecución de un algoritmo en pantalla, en un caso concreto.

En la *Figura 3* se señalan los paneles en los que se visualizan imágenes de ayuda en el lenguaje Python.

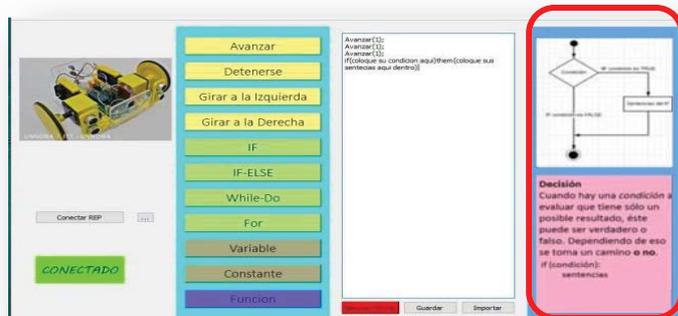


Figura 3: captura de pantalla de la interfaz señalando los paneles de ayuda

Los textos de ayuda se presentan en el lenguaje Python. Sin embargo, estas “ayudas” son sólo imágenes, pudiéndose incorporar otros lenguajes en función de las necesidades de los usuarios.

A través del uso de un pseudocódigo se pretende facilitar el aprendizaje de la programación de computadoras y solución de algoritmos, despojándose de las dificultades propias que implica introducir a un sujeto en cualquier lenguaje de programación.

Es importante destacar que el REP trabaja en una plataforma simulada de madera de 1,20 por 1,20 metros, sin embargo, podrá trabajar en cualquier otra plataforma que el docente que la utilice considere necesaria para su propuesta pedagógica.

Otro aspecto a destacar es que en principio se pensó en un panel en el que visualizará el enunciado de un ejercicio, pero, esto fue desestimado dado que limitaba el uso de la herramienta a un número preestablecido de ejercicios.

## 4.2 Detrás de escena de la interfaz

El REP está diseñado con Arduino [2], la programación de este micro-controlador está basada en C++, este es un punto a tener en cuenta para elegir el lenguaje de desarrollo de la interfaz, para poder hacer el traspaso de información entre la misma y el micro-controlador del REP de manera más fluida.

Otro ítem importante es el lenguaje que se utilizará en la interfaz, el cual en este caso es Python, ya que hay que tener en cuenta que esto también afecta a la complejidad del desarrollo a la hora de convertir las órdenes recibidas en Python en información para el REP.

## 5 El uso de tecnologías en propuestas educativas

En el presente trabajo no se concibe a la tecnología o mejor dicho, a su uso, como la panacea del éxito en una propuesta educativa. Por el contrario se asume que tal éxito está ligado a un conjunto de elementos que, combinados estratégicamente, devienen en una conquista educativa.

En ese sentido este trabajo se enfoca en la robótica en los procesos educativos, en el rol del docente, así como en el enfoque pedagógico que se aborda.

### 5.1 Robótica pedagógica

El interés por los aportes de la robótica en los procesos educativos, se evidencia desde los años setenta [3], abriendo paso a una nueva disciplina denominada “Robótica Pedagógica”. Los robots son sistemas compuestos por mecanismos que le permiten hacer movimientos y realizar tareas específicas, programables y eventualmente inteligentes, valiéndose de conceptos de distintas áreas del conocimiento como la electrónica, la mecánica, la física, la matemática, la electricidad y la informática, entre otras [4].

La Robótica Pedagógica utiliza los elementos multidisciplinares de la robótica, con fines didácticos, permitiendo la aplicación de ciertas herramientas tecnológicas, como apoyo en las diferentes metodologías de enseñanza y de aprendizaje, llevando la acción del lugar monopolizado del docente, al universo personal del estudiante [4]. Asimismo implica la creación de un contexto (robótica – Informática) que dinamiza y da significado al aprendizaje colaborativo en las diferentes áreas del conocimiento [5].

Se plantea entonces a la robótica educativa como una alternativa didáctica, que a la par de los métodos ya establecidos, propende por nuevos enfoques que promuevan en los estudiantes intereses que coadyuven en la creación de ambientes para el aprendizaje en el que se encuentren circunstancias favorables para la construcción de conceptos y de su interpretación personal de la realidad.

### 5.2 Rol docente

Es indudable que en todo proceso renovación en la enseñanza, los docentes son un componente decisivo, pues son ellos los que deben estar convencidos que se necesita de su innovación, de su creación y de su actitud hacia el cambio, para responder no sólo a los planteamientos y propósitos que se fijan en las propuestas didácticas, sino también para satisfacer a las exigencias de los contextos que envuelven a los estudiantes como sujetos sociales, históricos y culturales. [6]

Algunos paradigmas de modelos didácticos, valoran más los saberes previos de los estudiantes como aspecto fundamental para lograr mejores aprendizajes. Sin embargo, la enseñanza mediante el “conflicto cognitivo”, introduce un nuevo proceso con el objetivo de lograr un cambio conceptual. De acuerdo a este modelo el conocimiento científico es incompatible con el conocimiento cotidiano que tiene el educando, lo que plantea como meta, un cambio de sus saberes previos, al mostrarle los alcances y

limitaciones de estos, es decir, que se sienta insatisfecho con ellos y que infiera la necesidad de cambiarlos por otros más convincentes. [6]

### 5.3 Enfoque pedagógico

En este sentido se reconoce a un estudiante no sólo con una estructura cognitiva, sino también con ciertos saberes previos que hace del aprendizaje un proceso de confrontación constante, de inconformidad conceptual entre lo que se sabe y la nueva información. Es entonces, el educando, sujeto activo de su propio proceso de aprehensión y cambio conceptual, objeto y propósito de este modelo.

El docente planea situaciones o conflictos cognitivos, en donde se dé lugar a eventos como la insatisfacción por parte del educando con sus saberes, con la presentación de una concepción que reúna tres características para el educando: inteligible, creíble y mucho más potente que sus saberes previos.

Es entonces ese el enfoque pedagógico que se busca con este trabajo de investigación.

Para ilustrar lo anterior se cita a continuación una actividad que suele presentarse al comienzo de una clase, con el objetivo fomentar el trabajo en equipo dado que los estudiantes deben indicar en forma oral y conjunta qué sentencias debe seguir la docente para “salir del aula”; por otra parte se pretende trabajar la empatía dado que “se rompe el hielo” con una actividad algo informal y descontracturada. La comunicación también se trabaja ya que los estudiantes deben tener la capacidad de anunciar qué hacer a la docente. Y por último la confianza ya que se presenta como una actividad que los estudiantes saben resolver.

La actividad se divide en dos partes. En una primera etapa la docente se coloca estratégicamente en un lugar del aula y les pide a sus estudiantes que le indiquen en forma oral y conjunta qué pasos debe seguir para salir del aula. La docente exagerará algunas cuestiones para dejar notar que las órdenes deben ser concretas y no presentar ambigüedad. Por ejemplo si se le indica “caminar” la docente puede caminar sin parar chocándose un obstáculo, otro claro ejemplo sería que le indiquen a la docente girar y que lo haga en un sentido que no sea el indicado o bien que gire 360 °. Luego, la docente se coloca estratégicamente en un lugar diferente del aula quizá en otra posición o con diferentes obstáculos. Nuevamente se solicitará que le indiquen en forma oral y conjunta qué pasos debe seguir para salir del aula. Luego de esa segunda instancia la docente podrá abordar los conceptos que desea con ejemplos concretos de que lo le han indicado los estudiantes.

## 6 Pruebas piloto

Hasta el momento se han realizado dos pruebas en las que se expuso a estudiantes de primer año a trabajar con la interfaz y el REP.

Estas experiencias consistían en la resolución de una serie de ejercicios diseñados con la utilización del REP y su interfaz en la asignatura IPI. La primera de ellas tuvo lugar durante el primer mes de cursada del año 2018, y la segunda en el primer cuatrimestre del corriente año.

Los objetivos de IPI son: comprender y descomponer problemas; conocer y manejar, a través del desarrollo de algoritmos, soluciones a problemas; modularizar y parametrizar; comprender y aplicar el concepto de Programación Estructurada; manejar lenguaje Python -sintaxis y semántica-; manipular Estructuras de Control y maniobrar tipos predefinidos.

Para comprender el contexto se mencionarán brevemente los temas de la unidad temática en la que se realizó la experiencia: secuencia de instrucciones, procedimientos y repetición simple, alternativa condicional y repetición condicional.

La experiencia involucró a la totalidad de inscriptos en cada año, divididos en tres comisiones. Durante ese mes se abordaron cuatro (4) clases prácticas en las cuales las docentes plantearon diferentes ejercicios con un grado de dificultad creciente. Al finalizar estos encuentros se diseñó una evaluación en la que se pudieron observar algunos resultados que, luego de su análisis, permitieron la planificación de ciertos cambios en la interface y en las estrategias.

Luego de la última experiencia, y considerando que se pueden mejorar los resultados, se pensó en una tercera experiencia con estudiantes que ya han cursado IPI pero que aún no logran regularizar la asignatura. La misma se llevará a cabo durante el mes de agosto y parte de septiembre.

## 7 Conclusiones

Las experiencias en sí mismas no dan cuenta de un trabajo definitivo, sino que, por el contrario, propician el inicio de un camino en busca de estrategias para mejorar las propuestas educativas en cuanto a los inicios en la programación imperativa.

En ese sentido, se analizan los resultados finales de las cursadas de la asignatura para compararlos con los resultados que brindaron las pruebas piloto antes mencionadas.

Año	Cantidad de inscriptos	Asistentes		Regularizados sobre inscriptos		Regularizados sobre asistentes	
		Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
2019	216	122	56,48 %	48	22,22 %	48	39,34 %
2018	216	102	47,22 %	33	15,28 %	33	32,35 %
2017	169	93	55,03 %	34	20,12 %	34	36,56 %

**Tabla 1:** Resultados de las cursadas de los años: 2017, 2018 y 2019.

En la *Tabla 1* se pueden observar varias columnas. En primer lugar se encuentra la columna de los años que se analizan. Luego la cantidad de estudiantes inscriptos. La tercera cuarta y quinta columna muestran: los “Asistentes”, es decir los estudiantes que asistían regularmente a las clases; los “Regularizados sobre los inscriptos”, en donde se detallan los números que representan a los estudiantes que lograron aprobar la cursada de la asignatura en relación a los inscriptos; y por último los “Regularizados sobre asistentes”, citando los números de estudiantes que lograron aprobar la cursada de la asignatura en relación a los que efectivamente asistieron a clases. Las últimas tres columnas, se dividen en cantidad y porcentaje.

En función de los porcentajes que pueden apreciarse, tanto en la *Tabla 1*, se puede observar que la asistencia en el año 2019 creció, así como también la cantidad de estudiantes que lograron regularizar la asignatura. Inferimos que tiene relación directa con el uso de tecnología en el aula y que ello efectivamente los motiva a estudiar y trabajar en lo que se propone en IPI. Todo ello sin olvidar que, tal como se expresó en el apartado 5, la tecnología en el aula sin el sustento de una planificación que fundamente y acompañe su uso no asegura el éxito. Dicho de otro modo, la tecnología en el aula puede llegar a ser un gran motivador siempre y cuando esté inmersa en una propuesta educativa que sostenga su uso.

Creemos que esos ensayos son muestras de las percepciones, que permiten reflexionar acerca de las experiencias en sí mismas, el uso que se le dio a la interfaz y al REP, y a las posibilidades que pueden llegar a generarse a partir de su uso, pero principalmente al modo en que se los puede utilizar como herramientas educativas.

Es importante destacar que, dado que se trabajó durante el primer mes de cursada, la propuesta se basó en la didáctica de aprendizaje por indagación. La misma implica situar en un rol más activo al aprendiz y en uno más reactivo al docente. En ese contexto, el docente se limita a presentar diferentes situaciones a resolver por el alumno sin introducirlo en ningún concepto teórico. Luego, a medida que el docente observa necesaria su intervención, abordará conceptos o trabajará habilidades que guíen al estudiante en la construcción de su conocimiento y adquisición de habilidades.

Se observó que, si bien los estudiantes en principio esperaban en muchos casos la clase tradicional, en términos de recibir toda una explicación del docente para luego llevar a la práctica esos conocimientos para resolver, recibieron satisfactoriamente la dinámica de trabajo en la que ellos eran los protagonistas.

Se puede resumir esta forma de trabajo del siguiente modo: se planteaba un problema, se alentaba a los estudiantes a pensar una estrategia de solución a resolver con la interfaz, se reflexionaba sobre las soluciones planteadas (marcando aciertos, errores y las mejoras que pudieran existir), se brindan nuevas herramientas (de ser necesario), se probaban nuevas soluciones que pudieran llegar a surgir a partir de las intervenciones docentes, pudiendo finalmente volver a reflexionar sobre lo trabajado.

En busca de cumplir con los objetivos de la asignatura (mencionados en el punto 6) y evaluando los resultados satisfactorios y los comentarios propiciados por los alumnos, sumado a la observación de los docentes en las clases, así como en la evaluación; se decidió escribir nuevos enunciados en función de los conceptos futuros que se desean abarcar con el uso de la interfaz.

## Referencias

1. Álvarez, E; Useglio, G; Osella Massa, G; Luengo, P; Russo, C; Sarobe, M; Llanos, E; Pérez, R; Serafino, S; Ramón, H.: Robótica: Aplicaciones en Educación y en Agricultura de Precisión. Evento: XVI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 349-352 (2014). Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/41358>
2. Arduino: tecnología para todos. Disponible en: <http://arduino4dhtics.weebly.com/iquestqueacute-es.html>
3. Ruiz, E.: La robótica pedagógica. Centro de Estudios sobre la Universidad CESU, Universidad Nacional Autónoma de México. (1987).

4. Pinto Salamanca, M.L., Barrera Lombana, N., Pérez Holguín, W.J. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 10 (1), 15 – 23
5. López Ramírez, P.A. (2013). Aprendizaje de y con robótica, algunas experiencias. *Revista Educación* 37(1), 43-63.
6. Ruiz Ortega, F. (2007). MODELOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 3 (2), 41-60.