

## **MARGOT: Just Another Kit para la Enseñanza de la Robótica y la Programación**

**Rubén Darío Maza**

Laboratorio de Robótica Aplicada (LABRA)  
Sede Regional Orán – Universidad Nacional de Salta (UNSa)  
Alvarado 751 – 4530 – Orán (Salta)

**`rdmaza@yahoo.com`**

**`http://www.oran.unsa.edu.ar`**

**Resumen.** La escuela tradicional actualmente no brinda las competencias y habilidades esenciales que requieren los alumnos para desempeñarse en el mundo laboral y social en este nuevo siglo, tales como autonomía, creatividad, trabajo en equipo, conciencia cultural y social, etc. Y es por ello que deberíamos considerar a la Robótica Educativa como un recurso pedagógico disruptivo, innovador y superador de esta situación, pues ella permite que el docente la utilice en su asignatura como factor de motivación para que, a partir del interés creado, llevar al alumno a la construcción de su propio conocimiento. Desde el Laboratorio de Robótica Aplicada (LABRA) perteneciente a la Sede Regional Orán de la Universidad Nacional de Salta (UNSa), con el fin de desarrollar una Robótica Educativa que sea accesible y económica para facilitar de esa manera su difusión en todos los niveles educativos, hemos creado el kit MARGOT bajo la modalidad hardware y software abiertos (open source) con elementos accesibles y de bajo costo, y que permite una fácil programación mediante el uso de un entorno de programación visual denominado MARblock. De esta manera se pretende aportar, de manera concreta y efectiva, a la posibilidad de incorporar la enseñanza de la Robótica y la Programación en la escuela, y presentarla además como un ejemplo válido de la utilización correcta, adecuada y pertinente de la Tecnología en la Educación.-

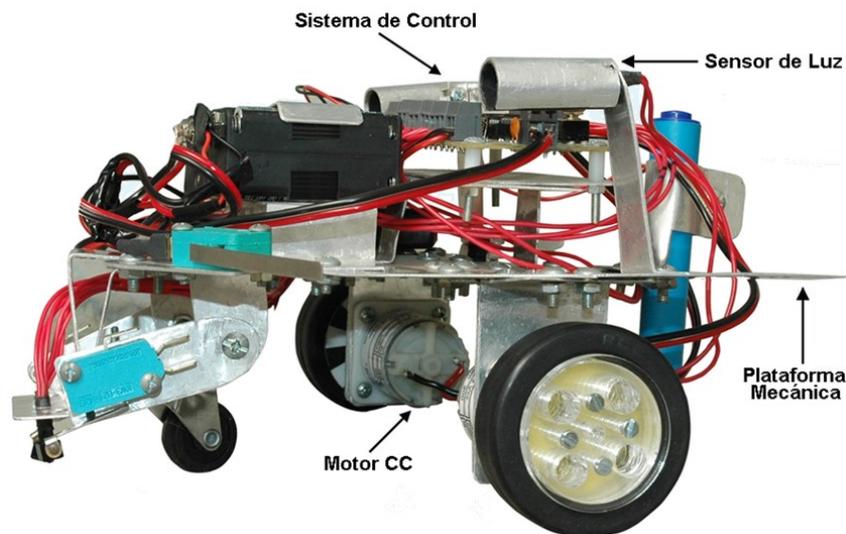
### **1. Introducción**

Situados en la segunda década del siglo XXI, observamos que es necesario e ineludible la adopción de una nueva forma de enseñar, para lograr que nuestros alumnos se interesen y se motiven por los aprendizajes; y de un nuevo currículo, que les permita apropiarse del conocimiento de una manera significativa. Es decir, debemos crear una “Nueva Escuela”, que brinde los saberes, las competencias y las habilidades necesarias e imprescindibles para los ciudadanos de este nuevo milenio.

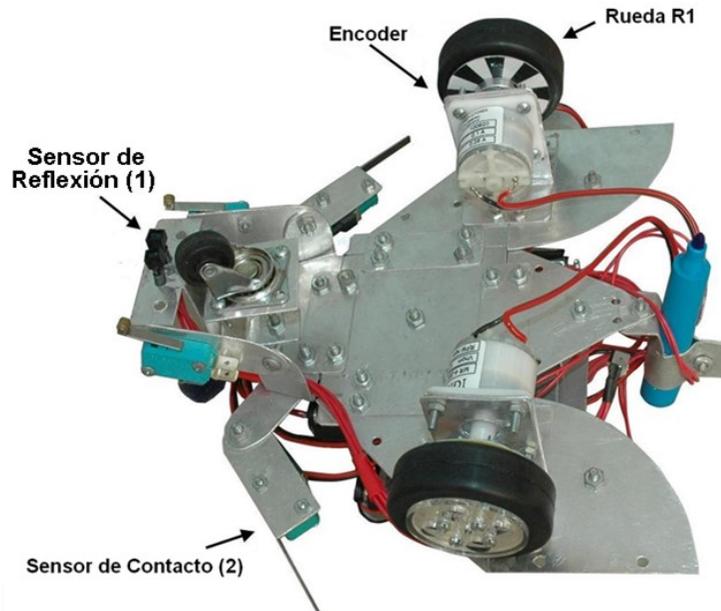
Pues bien, en este contexto la Robótica Educativa (RE) aparece como un recurso pedagógico sumamente importante para alcanzar este objetivo ([1][2][3]). Es por ello que el LABRA viene realizando una serie de acciones, materializadas en proyectos de investigación y de extensión, junto con la publicación de libros [4][5] y presentación de trabajos en congresos [6], tendientes a la difusión de la RE en las escuelas del nivel primario y secundario. Así también, para la construcción de los robots se utiliza el kit de robótica denominado MARGOT, diseñado y construido en el Proyecto de Investigación “Desarrollo de un Kit para la Construcción de Robots Autónomos Móviles Orientado a la Enseñanza y la Investigación”.

## 2. El Kit de Robótica

El concepto de kit de robótica fue propuesto por primera vez por Mitchel Resnick con la creación del kit LEGO en 1985, cuando integraba el equipo que Seymour Papert dirigía en el Media Lab del MIT. Del mismo modo, con la finalidad de hacer viable y accesible el objetivo de difundir la RE en el ámbito escolar, y como una alternativa al uso de los numerosos kits robóticos comerciales que ofrece el mercado, este equipo de trabajo desarrolló bajo la modalidad hardware y software abiertos (open source), un kit que posee las siguientes características: modular, polimórfico, escalable, reconfigurable, de fácil programación y que utiliza materiales y componentes accesibles y de bajo costo, y que puede ser empleado en la enseñanza de la RE en las escuelas de nivel primario y secundario, e incluso ser utilizado en cursos de Introducción a la Programación a nivel universitario, posibilitándose de esta manera la implementación y puesta en práctica de los conceptos de la RE en el aula (Figuras 1, 2 y 3).



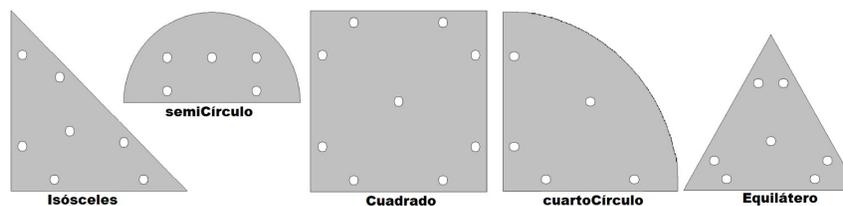
**Figura 1:** La Robot Margarita (vista lateral)



**Figura 2:** La Robot Margarita (vista inferior)

### 3. MARGOT

Como se mencionó en el punto anterior, el kit desarrollado fue denominado **MARGOT** (acrónimo de *Mobile Autonomous Robot General Operative Tasks*), y para la plataforma mecánica se decidió definir un conjunto de piezas básicas, que podrán tener alguna de las formas que se muestran en la Figura 3. De esta manera, y mediante un sistema de ensamblado de dichas piezas, es posible realizar un diseño modular y por lo tanto reconfigurable de la plataforma, lo que posibilita que el robot adopte fácilmente diversas formas de acuerdo a la funcionalidad a desarrollar reforzando de esta manera el polimorfismo y también reduciendo al mínimo la uniformidad que se tiene en el diseño realizado por los diversos equipos de alumnos



**Figura 3:** Conjunto de Piezas Básicas



**Figura 5.** La Placa de Control MARGOT\_28

Con respecto a la superficie de cada una de las piezas, la misma puede calcularse con la siguiente fórmula:

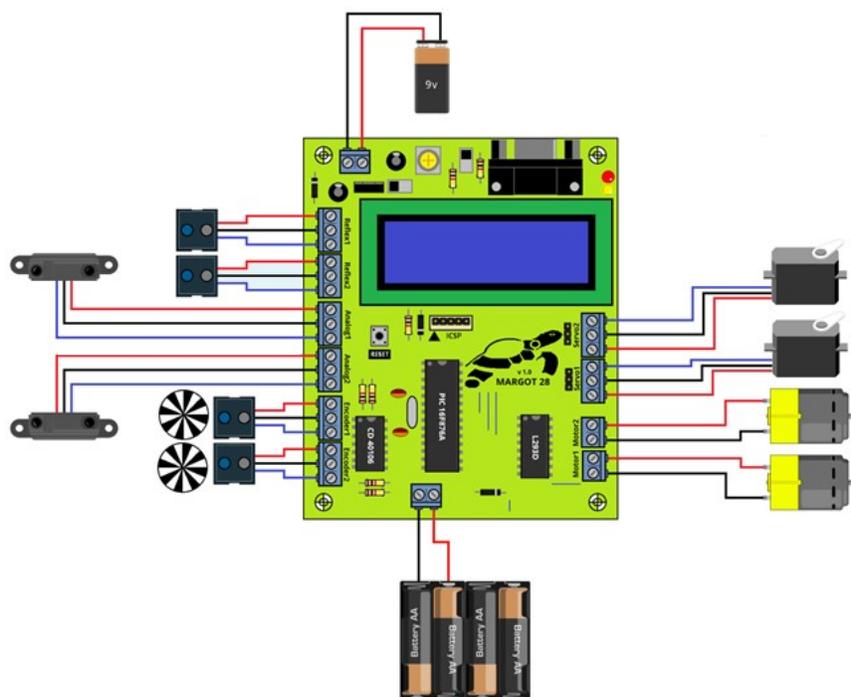
$$\text{Superficie} = K * x^2$$

en donde  $x$  representa la medida del lado de la pieza Cuadrado y  $K$  el factor de escala. En nuestro caso, se adoptó el valor de  $x = 8$  (ocho) centímetros.

Pieza	K	Superficie [cm <sup>2</sup> ]
Cuadrado	1	64,00
Isósceles	1/2	32,00
Equilátero	$\sqrt{3}/4$	27,71
cuartoCírculo	$\pi/4$	50,27
semiCírculo	$\pi/8$	25,13

**Tabla 1:** Superficie de las Piezas Básicas

Como sistema de control posee la placa electrónica desarrollada ad-hoc **MARGOT\_28** (Figura 5). la que utiliza el PIC16F628A de 28 pines y que posee 4 entradas analógicas/digitales (para sensores de contacto, de luz, de reflexión, de distancia, etc.), 2 entradas para los encoders, y 2 salidas para servomotores por PWM y 2 salidas digitales para motorreductores de corriente continua (Figura 6). Vale agregar que a este modelo se le suman **MARGOT\_18** (utilizando el PIC16F684 de 18 pines), y próximamente **MARGOT\_40** (con el PIC18F4550 de 40 pines).



**Figura 6:** Conjunto de Sensores y Actuadores del kit MARGOT

Con todos esos elementos los alumnos pueden construir robots autónomos móviles de tracción diferencial. Actualmente, debido a la amplia difusión de la placa Arduino, hemos fabricado con ella una versión de nuestro robot al que denominamos **MARduino**, y agregamos a nuestro software de programación la posibilidad de trabajar con el lenguaje de dicha placa (C++).

#### 4. **MARblock**

En los Talleres de Robótica los problemas planteados son del tipo: “Diseñar y construir un robot que realice una determinada tarea”. Y para resolver el problema, el alumno debe seguir los siguientes pasos:

Análisis → Diseño → Construcción → Programación

seguido de una serie de pruebas y correcciones que el alumno tiene que realizar al robot, hasta lograr un producto terminado. Pues bien, de nuestras experiencias con los talleres realizados, observamos que la fase de programación del robot era la más compleja para el alumno, la que le demandaba más tiempo, por lo que nos vimos obligados a reducirla mediante el uso de la programación visual, que consiste en emplear y manipular dinámicamente elementos visuales (bloques en este caso) que representan distintas instrucciones del programa; de esta manera los programas son creados mediante la combinación de los mismos como si fueran piezas de un rompecabezas. La principal ventaja de la programación visual es que permite a los alumnos concentrarse en la lógica del programa y abstraerse de la gramática del lenguaje. Por lo tanto, se evita la frustración que produce en los alumnos que no saben programar, los errores de sintaxis que se presentan en los lenguajes de programación textuales, porque cualquier pequeño error en el código (como la falta de una coma, por ejemplo), puede hacer que el programa realizado no funcione correctamente. También permite, debido a que los bloques mencionados se encuentran agrupados por categorías de acuerdo a su función, que los programadores puedan encontrar el bloque que necesitan en lugar de tener que recordar el nombre de la instrucción, eliminando de esa manera otro problema que se presenta con la programación textual.

Por todo lo expresado anteriormente hemos desarrollado un editor de programación visual basado en Blockly [7] que denominamos **MARblock**, cuya interfaz se muestra en la Figura 7. En ella se observan dos secciones, una es la correspondiente al programa visual (en bloques) creado por los alumnos, y la otra es la sección de “traducción”, en donde se genera el programa textual equivalente para las placas MARGOT y Arduino, para el lenguaje en Pseudocódigo (compatible con PSeInt) y del robot virtual RoboMind. Con respecto al lenguaje LOGO, el software nos muestra la ejecución del programa en bloques.

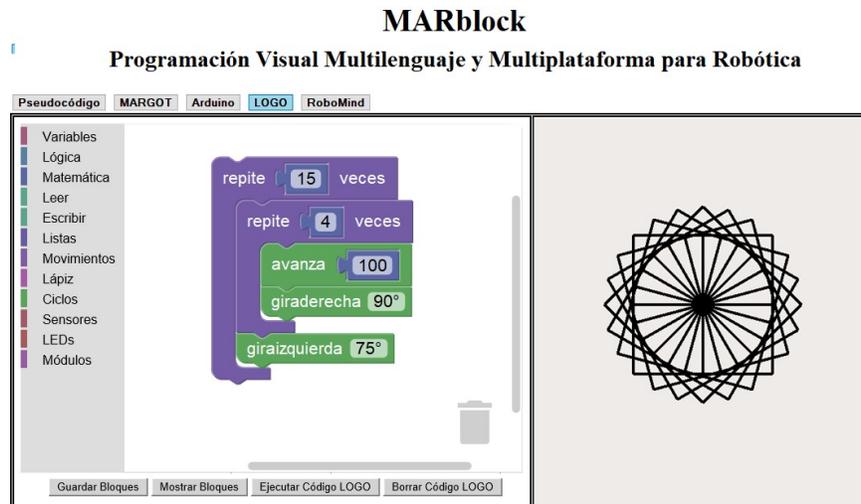


Figura 7: La interfaz de MARblock

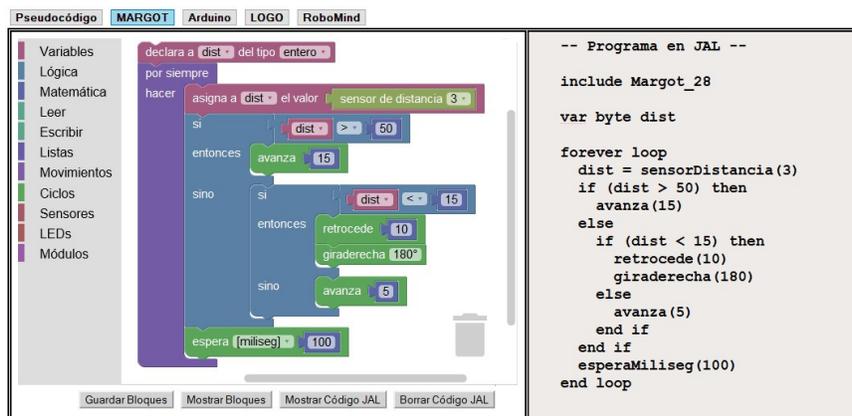


Figura 8: Programa Robot Evasor de Personas (MARGOT)

En la Figura 8 se observa como ejemplo un programa en bloques de un Robot Evasor de Personas para la placa MARGOT, que debemos “traducir” a código textual en lenguaje JAL, un lenguaje de programación de alto nivel libre, que genera código para los microcontroladores PIC. Cabe aclarar que los detalles de bajo nivel de la placa de control se encuentran encapsulados (y de esta manera ocultos), permitiendo que los alumnos trabajen solamente con elementos que poseen un alto nivel de abstracción (los bloques), y de esta manera concentrarse únicamente en la solución del problema

planteado. Por ejemplo, la orden **giraizquierda()** involucra ordenar al motor izquierdo que gire en un determinado sentido (horario por ejemplo) y al motor derecho girar en el sentido contrario (antihorario) y todo esto durante un determinado tiempo, de acuerdo al valor del ángulo a girar. Pues bien, todos esos detalles están definidos en la librería **Margot\_28**, y son transparentes a los alumnos.

Como complemento del ejemplo anterior, en el Listado 1 se muestra el programa de un Robot Evasor de Personas pero para la placa Arduino, generado del mismo programa en bloques que se muestra en la Figura 7.

```
// Programa en Arduino

#include <Marduino.h>

int dist;

void setup() {
  inicio();
}

void loop() {
  dist = sensorDistancia(3);
  if (dist > 50) {
    avanza(15);
  } else {
    if (dist < 15) {
      retrocede(10);
      giraderecha(180);
    } else {
      avanza(5);
    }
  }
  esperaMiliseg(100);
}
```

**Listado 1:** Programa Robot Evasor de Personas (Arduino)

Y para la enseñanza de la Programación, nuestro software posee dos lenguajes para tal fin (al que podrían agregarse otros más): Pseudocódigo (compatible con PSeInt) y RoboMind. Cabe aclarar que en PSeInt podemos ejecutar directamente el programa en pseudocódigo, lo que es una característica interesante a la hora de la enseñanza del tema Diagramación a los alumnos que cursan una materia introductoria a la Programación, pues disminuiría la ansiedad de los ingresantes por utilizar la computadora “desde el primer día”.

En la Figura 9 se observa como ejemplo un programa en bloques que determina si un número ingresado por teclado es par o impar.



Figura 9: Programa **nroPar** en MARblock

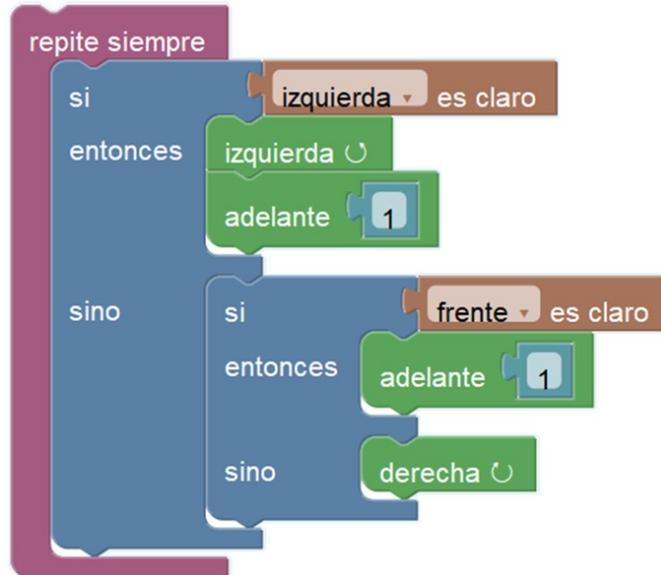
Y en el Listado 2 se muestra la traducción del programa en bloques, en código textual en Pseudocódigo.

```
// Programa en Pseudocódigo - PSeInt

Algoritmo nroPar
    Escribir "Ingresa un número: "
    Leer nro
    Si (nro MOD 2 = 0) Entonces
        Escribir "SI es par"
    SiNo
        Escribir "NO es par"
    FinSi
FinAlgoritmo
```

Listado 2: Programa **nroPar** en PSeInt

Finalmente, en la Figura 10 se muestra el programa en bloques de un Robot de Laberinto (basado en el algoritmo de la Mano Izquierda), y en el Listado 3 se muestra la traducción del mismo en código textual del robot virtual RoboMind.



**Figura 10:** Programa Robot de Laberinto en MARblock

```
# Programa en RoboMind
repetir{
  si (izquierdaEsClaro){
    izquierda
    adelante(1)
  }
  otro{
    si (frenteEsClaro){
      adelante(1)
    }
    otro{
      derecha
    }
  }
}
```

**Listado 3:** Programa Robot de Laberinto en RoboMind

## 5. Talleres de Robótica

Con el fin de testear la funcionabilidad y usabilidad del kit de robótica desarrollado, el LABRA ha realizado en el marco del Proyecto de Extensión “Aprendiendo a Pensar con Robótica Educativa”, numerosos Talleres de Robótica para alumnos de 6to y 7mo grado en diversas escuelas públicas de la ciudad de Orán (Salta) desde el año 2011 hasta la fecha, habiendo obtenido un resultado sumamente positivo y lográndose una valiosa y productiva difusión de la RE en las escuelas del nivel primario y secundario de la región.

Cabe acotar que uno de los talleres mencionados precedentemente fue impartido en la Escuela N° 4.763 “Hugo Alberto Luna” de la ciudad de Orán, y como resultante de ello, su proyecto “La Robótica en la Escuela” recibió una mención especial en la instancia nacional de la “Feria de Ciencia y Tecnología”, que se desarrolló del 14 al 20 de Noviembre de 2017 en Tecnópolis (Bs. As) [8].

## 6. Conclusiones

En este trabajo se presenta un kit de robótica de bajo costo desarrollado por el LABRA y que es utilizado en los Talleres de Robótica Educativa realizados en diversas instituciones educativas del nivel primario de la ciudad de Orán (Salta). Consideramos que la RE puede transformarse en un motor de innovación en la escuela, un elemento superador y disruptivo, pues sus características intrínsecas permiten insertar cambios relevantes en las formas de enseñar y aprender de los alumnos, contando con la posibilidad concreta de consolidarse e incorporarse como una práctica regular y cotidiana en los proceso de enseñanza.-

## Referencias

1. Papert S.: Mindstorm: Children, Computers, and Powerful Ideas, Basic Books (1980)
2. Wing J.: Computational Thinking, Comm. of the ACM, Vol. 49, No. 3, Marzo (2006)
3. Nourbakhsh I. R., Crowley K., Wilkinson K., Hammer E.: The educational impact of the Robotic Autonomy mobile robotic course, Technical Report CMU-RI-TR-03-18, Carnegie Mellon University, Pittsburgh (2002)

4. Maza R. D.: Robótica Educativa para Aprender a Pensar, Editorial EUNSa., Salta (2014)
5. Maza R. D.: Robótica Educativa para una Nueva Escuela, Editorial EUNSa., Salta (2018)
6. Maza R. D., Méndez E. A., Torres J. A., Mamaní G. A.: Taller de Robótica en la Escuela, Iras. Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula, La Plata (2011)
7. Fraser, N.: Ten things we've learned from Blockly. Blocks and Beyond Workshop, IEEE (2015)
8. Alumnos de Orán, entre los mejores en Tecnópolis. <https://informatesalta.com.ar/contenido/135094/alumnos-de-oran-entre-los-mejores-en-tecnopolis> (2017)