

# BUENAS PRÁCTICAS APLICANDO LA ROBÓTICA COMO MATERIAL DIDÁCTICO PARA APRENDER CONCEPTOS DE INGENIERÍA

N. González León<sup>1</sup>  
L. Flores Pulido<sup>2</sup>  
V. H. Silva León<sup>3</sup>

## RESUMEN

En este documento se presenta el resultado de buenas prácticas realizadas, al ensamblar un robot mediante la guía de un Material Didáctico para aprender conceptos de Ingeniería, el kit armable está basado en la necesidad de encontrar y desarrollar los mecanismos y estrategias que permitan mejorar el nivel de aprendizaje de ingeniería aplicada, promoviendo y despertando la inquietud de estudiantes por la investigación a través del uso de dicha herramienta. El material didáctico está orientado para impartir conocimientos de programación, diseño y robótica, para estudiantes de educación media-superior y superior, viene acompañado de un disco que contiene dos objetos de aprendizaje, uno para aprender a ensamblar el hardware del robot y otro OA, para aprender a desarrollar el software que controla al hardware; el contenido del material permite desarrollar tres interfaces para su operación, la primera para operar el kit a través de dispositivos móviles, la segunda para interactuar por medio de comandos de voz y la tercera en ambiente cliente – servidor. El robot ya armado tiene las siguientes características: la velocidad de traslado en reversa o hacia enfrente es de 6 segundos; para tomar y dejar un objeto es de 4 segundos. El kit didáctico es desarrollado en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla, en la carrera de Ingeniería Informática.

## ANTECEDENTES

Según el INEGI en el 2015, el número de habitantes en Puebla es de 6'168,883, el 21.7 % es representada por la población de quince años y más, con instrucción media superior, quienes son candidatos para utilizar el kit didáctico. El presente estudio se llevó a cabo con alumnos del Colegio de Bachilleres del Estado de Puebla, Plantel F23, quienes adquirieron conocimientos de electrónica, diseño y programación, logrando aumentar su interés por la investigación y por continuar con una carrera profesional, y en especial por Ingeniería en Sistemas Computacionales, Mecatrónica, Electrónica o carrera a fin, de tal forma que al ingresar al nivel superior, cuenten con las habilidades y capacidades necesarias para usar las diferentes herramientas de diseño, con nociones de programación de interfaces y circuitos electrónicos.

En el Taller de Electricidad y Electrónica se hace un examen de diagnóstico, se detecta que los estudiantes pierden el interés de aprender, debido a que el Plantel no cuenta con la infraestructura y material necesario para realizar prácticas de la materia, sus conocimientos son básicos y manifiestan interés por formarse en nuevos temas e implementar tecnologías actuales. En el Taller de Diseño Gráfico, no utilizan software de diseño, las clases son el 80% teóricas y el 20% es ocupado para prácticas de diseño de contenedores de productos o para matizar sus colores, pero no realizan prácticas en el laboratorio de informática.

<sup>1</sup> Profesor Titular del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. noemiglag@hotmail.com

<sup>2</sup> Investigador de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Tlaxcala. aicitel.flores@gmail.com

<sup>3</sup> Estudiante de la Carrera de Ingeniería Informática del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Norte de Puebla. diamond\_dcx@hotmail.com

Existen kits de robótica, como el Robot DARWIN-OP Deluxe, el cual cuenta con su instructivo para armarlo paso a paso, se utiliza para investigación y educación, pero su precio es alto. Durante la revisión de literatura, se consulta a López, (2014) para la metodología; para la comunicación a distancia a Sohraby, et al (2007), para el movimiento de la estructura mecánica se estudia la cinemática inversa (utilizada para un análisis geométrico e iterativo que permite determinar el ángulo de cada articulación partiendo de las coordenadas x, y, z, para las coordenadas dadas) y directa (para indicar la posición final del brazo); Cuya, et al; Fernández (2015); González, et al (2014, 2015 y 2016); para el control y determinar la posición del efector final, se estudia a Munrray, et al (1994); Ollero (2007); Stalling (2003) y Urriza(2014). Para la elaboración del circuito electrónico a Behrooz (2003); Martín (2007) y Morris (2003).

Se consulta a Marzano, et al (2005) para el desarrollo del material didáctico que guía en el armado del robot; para la usabilidad y evaluación de los OA, mediante el uso de dispositivos móviles a Rodríguez (2016); se estudia a Chan, et al (2015); para el desarrollo de competencias y habilidades de los estudiantes. Para la consulta de los OA por medio de repositorios digitales en ambientes distribuidos, para su agrupación, organización y almacenamiento, como herramientas que permiten almacenar objetos y acceder a ellos de manera rápida y sencilla a través de Internet, se consulta a Castañeda (2005); para la reutilización de OA que hacen al aprendizaje en línea más rentable, Carnevale (2001); para el repositorio de los objetos de aprendizaje se consulta a Cordero (s.f).

## METODOLOGÍA

Para la elaboración del Kit didáctico fue ocupada la metodología de Marzano, esta determina el grado de motivación al nuevo aprendizaje, se encuentra conformada por el Sistema de Conciencia del Ser (determina el grado de motivación al nuevo aprendizaje), el Sistema de Metacognición (elabora un plan de acción.), el Sistema de Cognición (procesa la información) y Dominio del Conocimiento (provee el contenido necesario).

Para el desarrollo del hardware se utiliza la metodología relacional de proceso unificado (RUP) o por componentes bajo las siguientes fases: inicio, elaboración, construcción y transición. Para el diseño del experimento se *inicia* con el modelado de negocio para el sector educativo (escuelas a nivel medios superior y superior), continuando con el análisis de los requisitos derivado del desempeño escolar de los estudiantes, así como el grado de conocimientos que debería aportar el proyecto para que el estudiante tengan interés por seguir estudiando y concluir con una carrera profesional, se imparte conocimientos de programación, diseño y robótica para poder captar la atención de los estudiantes. Se realiza un análisis de las herramientas y tecnologías de programación a ocupar como son: Java Processing Wiring, App Inventor, Fritzing, PCB Wizard 3.5, Star UML, Visual Studio C#, entre otros.

**Diseño y ensamblado mecánico del prototipo.** En la Figura 1 se observa el diseño y dimensiones del robot Shok-SL-1, de seis grados de libertad, para su armado son utilizados cuatro servomotores tower pro MG995 de 15Kg, un micro servo Sg90s tower pro, con engranes de metal, un servomotor power HD 1501MG de 20Kg, un arduino mega 2560, cuatro motorreductores en L, cuatro llantas, una batería recargable de ácido-plomo, de 6 Volts, una

celda fotovoltaica, cables para protoboard, un módulo bluetooth Hc-06, un griper. Se optó por reciclar el retazo de aluminio de herrerías para crear los brazos del robot, es programado el encoder para controlar los servomotores y motorreductores, se realizó una placa de cobre con un puente h para controlar la dirección del giro de las llantas del vehículo y cada eje del brazo robótico.

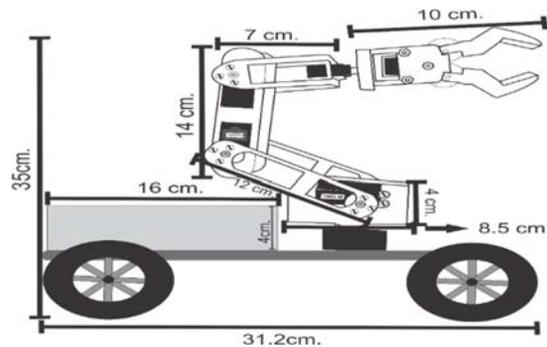


Figura 1. Robot Shok-SL-1. Elaboración Propia.

*Elaboración*, para esta etapa se desarrollaron los diseños de ensamble en *Fritzing*, se realizan las conexiones del puente h para manipular la dirección de las llantas del vehículo. Posteriormente, se hace la conexión física para verificar el correcto funcionamiento de cada componente antes de su ensamblado y se identifica la existencia de errores de conexión.

**Diseño electrónico.** Se elabora el impreso de la placa electrónica que contiene el puente h y un módulo bluetooth, el diseño es elaborado en PCB Wizard 3.5 ProUnlimited. Una vez que el impreso es estampado en la placa fenólica, se introduce en ácido férrico, se estaña las pistas, se ensambla cada uno de los componentes electrónicos y se finaliza con la prueba de la placa electrónica, como se muestra en la Figura 2.

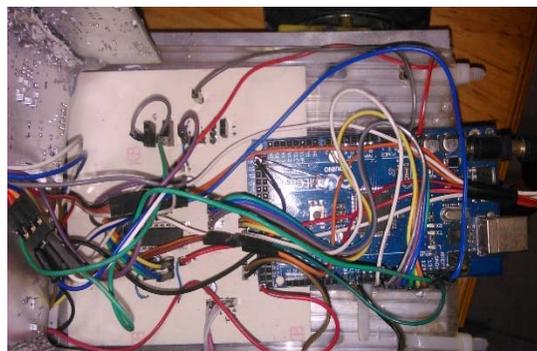


Figura 2. Placa electrónica que contiene el puente h. Elaboración Propia.

Para desarrollar el material didáctico de diseño gráfico y electricidad es necesario realizar la planeación del OA en *Inspiration*. *Construcción*. Es utilizado aluminio, hierro y policarbonato para los soportes de los motorreductores, para los brazos del robot y el metal es ocupado para crear la base del vehículo. *Transición*. El kit didáctico se ha aplicado en el

Colegio de Bachilleres del Estado de Puebla Plantel F23, recibiendo una gran aceptación e interés por parte de los estudiantes.

**RESULTADOS**

Se desarrollaron 3 aplicaciones para el control del robot, una para dispositivos móviles, una por medio de comandos de voz y otra en arquitectura Cliente/Servidor. El kit didáctico cuenta con dos objetos de aprendizaje para diseño y electricidad, estos contienen una portada, inicio, exploración, contenido, actividades, evaluaciones, créditos de participación y referencias.

Durante el estudio se trabajaron 2 grupos experimentales, uno con objetos de aprendizaje y otro de forma tradicional, sin objetos de aprendizaje como puede observarse en la Tabla 1 y 2. Con la implementación de los OA se logra un incremento en el aprendizaje de los estudiantes del 22%.

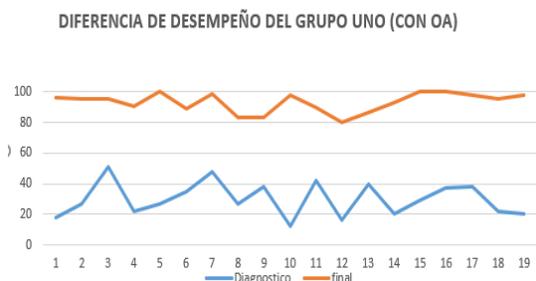
**Tabla 1. Grupo experimental con OA.**

GRUPO EXPERIMENTAL UNO.			
N° Lista	Nombre del alumno	Diagnostico	Final
1	ALVARADO MORENO BEATRIS ROSAURA	18	96
6	CASTILLO GARRIDO FLOR ANGELICA	27	95
7	CAZARES MARQUEZ ISMAEL	51	95
8	CETERA MENDEZ ANGEL ASWALDO	22	90.5
9	CONDE PANTOJA JUAN DAVID	27	100
10	CORTES SANCHEZ JORDAN	35	89
11	ESCOBEDO GOMEZ ANGEL	48	98.5
13	GALINDO LOPEZ JOSE MARIA	27	83
14	GARCIA MORALES KAREN ELENA	38	83.5
17	GONZALEZ MEDINA CLAUDIA	12	97.5
18	GONZALEZ SALAS MAXIMILIANO	42	90
19	GONZALEZ SORIA ZAIRA	16	80
24	LUNA LEON GUADALUPE ARELY	40	86.5
26	MOTA GARRIDO LUIS ANTONIO	20	93
27	ORTEGA CASTILLO JHOAN	29	100
29	QUINTANA VAZQUEZ ADRIANA	37	100
31	SANCHEZ HERNANDEZ JOSUE JAIR	38	98
33	SANTOS RIVERA CARLOS ALEXIS	22	95
38	ZARAGOZA HERNANDEZ ALVA GUADALUPE	20	98

**Tabla 2. Grupo experimental con enseñanza tradicional.**

GRUPO EXPERIMENTAL DOS.			
N° Lista	Nombre del alumno	Diagnostico	Final.
2	AVILA SALINAS ALFONSO	20	95
3	BARRIOS JUARES ALAN ISSAC	29	62.5
4	BECERRA LECONA ALBERT LEONEL	24	62.5
5	CARMONA ROJAS CRITOPHER	20	58
12	ESTRADA PEREZ ALAN FABIAN	20	53.5
15	GARRIDO BARRERA JUAN ANGEL	25	90
16	GONZALEZ MARTINEZ VICTOR ALFONSO	12	79
20	HERNANDEZ ALVIREZ CARLOS ALVERTO	40	79
21	IBARRA SANCHEZ ERICK YAIR	N. P.	84
22	LOPEZ AVILA EDWIN	N. P.	74
23	LOPEZ LOPEZ ALEJANDRO	31	74
25	MONROY ARROYO ARTURO ISMAEL	27	80
28	PANTOJA CAZARES YESSICA YARELI	42	76.5
30	RIOS ESCOBEDO LILIA	29	80
32	SANCHEZ VEGA JOSE ARMANDO	18	57.5
34	SILVA ORDONES EDUARDO	27	78.5
35	TREJO HERNANDEZ ALEXA ABIGAIL	9	29
36	TREJO MARTINEZ XIMENA MICHELLE	48	84
37	VAZQUEZ PEREZ LUIS ANTONIO	37	55.5

En la Figura 3 y 4, se muestran las gráficas de desempeño obtenidas en base a los resultados de cada grupo.



**Figura 3. Gráfica de desempeño del grupo con Objetos de Aprendizaje.**

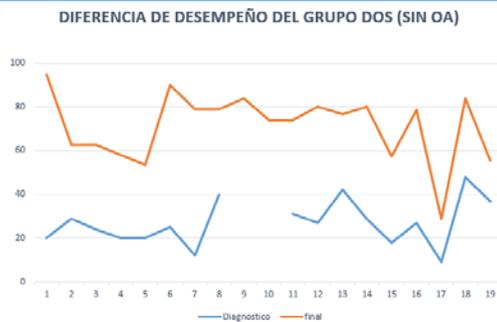


Figura 4. Gráfica de desempeño del grupo sin Objetos de Aprendizaje.

## CONCLUSIONES

El kit didáctico cuenta con las siguientes características: permite mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en las escuelas que así lo requieran, en especial instituciones que impartan conceptos de ingeniería, el kit sirve como una herramienta de apoyo a la enseñanza de Programación, Robótica, Electrónica y Diseño, despertando en el estudiante el interés por la investigación. Shok-Sl-1, cuenta con dos objetos de aprendizaje que hacen un aprendizaje entretenido y divertido para asimilar contenidos y temas de ingeniería específicos, no son tediosos, ni aburridos; estos OA sirven para que el estudiante repase en casa los temas y apoya al estudiante a construir el robot desde la programación hasta la conexión de dicho kit. Shok-sl-1; un material didáctico para aprender conceptos de Ingeniería Aplicada está diseñado para estudiantes de nivel medio-superior y superior, utiliza materiales como son servomotores que tienen una capacidad de carga de 100 gr a 8 kg, el robot actualmente tiene un peso de 2.50 kg, la batería tiene una duración de 15 minutos y con apoyo de un panel solar se extiende el tiempo de duración de la batería 20 a 25 minutos. En el 2015, se solicita la Patente ante el IMPI, MX/a/2015/009486, y el 26 de enero de 2016 se recibe la notificación de Aprobación de examen de forma, por parte de esta Institución.

## BIBLIOGRAFÍA

- Carnevale, D. (May 3, 2001). *Some online educators turn to bit-sized instruction. The Chronicle of Higher Education*. Retrieved September publicado el 22, 2002, en línea en <http://chronicle.com/free/2001/05/2001050301u.htm>.
- Castañeda de León, Luz María y Enríquez Vázquez, Larisa (2005). Los profesores en el uso y diseño de objetos de aprendizaje. *Revista Digital e-spacio UNED*, España.
- Chan N. María Elena (2005). *Generación, producción y Distribución de Objetos de aprendizaje* En línea en URL<<www.net-Learning.com.ar>> Consultado 13 de octubre de 2015.
- Cordero, G. (s.f.). *Repositorio nacional de objetos de aprendizaje*. Obtenido de RedCedia: <https://www.cedia.edu.ec/es/respositorios-ec/repositorio-objetos-aprendizaje>
- Cuya, S. O; Flores, B. E; Torres, C. J (2012). Cinemática Directa e inversa de un robot. IEEE UNAC <http://es.scribd.com/doc/142121427/CINEMATICA-DIRECTA-E-INVERSA-DEUN-ROBOT-DE-4-GRADOS-DE-LIBERTAD>.
- Fernández, M. L. A. (2015). *Sistema de control de trayectoria en manipulador de cinco grados de libertad utilizando sensor emotiv*. Universidad Militar Nueva Granada. Facultad de Ingeniería en Mecánica. Pp 1-15.
- González, L.N.; Ibarra, G. A.; Aguilar, L. (2014). Máquina separadora de basura. *ITESCO*, Vol 1 Pp. 127-133. ISSN: 2395-907X

- González, L. N; Ibarra G. A. G; Rodríguez H. I; Carrasco, A. M. Á; Sánchez, L. C. 2015. Montaje de brazos robóticos e integración de módulos de terapia en una silla de ruedas. *ITESCO, Vol 2*. Pp. 303-307
- González-León N; Carrasco-Aguilar M. A; Sánchez-López C. y Colin-Martínez J.A. 2016. Sistema Robótico Inteligente, Col I. *ITESCO, Vol 3*. Pp. 221-225. ISSN: 2395-907X
- López M. P. (2014). *Metodología de Desarrollo Aplicaciones Basada en Componentes para automatización industrial*. Universidad de Cantabria.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En Línea URL: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/#divFV6200240314> (Consulta realizada el 18 de octubre de 2017)
- Martín, Martín-Pozuelo J. M. (2007). *Instalación y Mantenimiento de equipos y Sistemas Informáticos*. Ed. Alfaomega Ra-Ma.
- Marzano J. R., Piking J. D; Blacburn J. G; Brant S. R; Cerylle A. M., Diane P. E. (2015). Instituto Tecnológico Superior de Occidente. *ITESO*. 2005. Pp 1-16
- Morris M. 2003. *Arquitectura de Computadoras*. Editorial Mc Graw Hill.
- Munrray R. M; Li. Z. & Sastry, S. (1994). *A mathematical introduction to robotic manipulation*. Florida CRC Press: Boca Ratón.
- Ollero B. A. (2007). *Robótica Manipuladores y robots móviles*. Alfaomega- Marcombo. 447p.
- Rodríguez, E. L. A. P. (2016). *Evaluación de la Usabilidad de Objetos de Aprendizaje Mviles por Alumnos de Educacion Media-superior*. IEEE America Latina
- Sohraby K; Minioli D; Znati T. (2007). *Wireless. Sensor Network. Technology, protocols and applications*. Wiley Interscience. A Jhon Wiley & Sons, Inc; Publications. 307p.
- Stalling W. (2003). *Organización y arquitectura de computadoras*. Prentice Hall.
- Urriza, M. R. A. (2014). *Ingeniería del conocimiento. Robótica e infraestructuras inteligentes*. Parte III. Offset Santa Elena, Buenos Aires Argentina. Pp 68-106.