



## INGENIERÍA 2021

### “La utilización de la robótica en la educación media y profesional para fortalecer el aprendizaje en las ciencias exactas”

*Edicson Pineda Cadena, Gustavo Adolfo Castillo Serrano*

Ingeniería de Sistemas, Universidad Piloto de Colombia Girardot (Cundinamarca)- Colombia

\* g.epineda@unipiloto.edu.co, g-ingsistemas@unipiloto.edu.co

#### Resumen

Según los últimos avances científicos y tecnológicos ha adquirido fuerza una de las ramas de la inteligencia artificial, como es, la robótica, en donde se pueden simular muchos aspectos del que hacer del ser humano como es el trabajo colaborativo, el reconocimiento facial y de voz, la interacción con el entorno y la misma experticia. La utilización de la robótica para la estimulación de la creatividad y la interacción con la tecnología en los estudiantes son piezas claves para que los estudiantes logren incursionar en este ámbito. La presente ponencia tiene como finalidad dar a conocer cada uno de los aspectos involucrados en el diseño, desarrollo y puesta en marcha de un componente robótico utilizando placas reducidas de bajo costo como Arduino o raspberry pi.

Palabras clave: avance científico, inteligencia artificial, robótica, placa reducida, Arduino, raspberry pi

#### Abstract

According to the latest scientific and technological advances, one of the branches of artificial intelligence, such as robotics, has gained strength, where many aspects of what the human being can be simulated, such as collaborative work, facial and voice recognition, the interaction with the environment and the same expertise. The use of robotics to stimulate creativity and interaction with technology in students are key pieces for students to enter this field. The purpose of this presentation is to present each one of the aspects involved in the design, development and commissioning of a robotic component using reduced low-cost plates such as Arduino or raspberry pi.

Keywords: scientific advancement, artificial intelligence, robotics, gearbox, Arduino, raspberry pi

1

#### PROBLEMA

El uso de la tecnología y la automatización de casi todos los procesos en la actualidad es casi un hecho, cobrado fuerza la utilización de la robótica que es

una de las ramas de la inteligencia Artificial, es por esta razón que la presente generación y las generaciones subsiguientes estarán inmersas en la comprensión, diseño y desarrollo de no solo de componentes de estos dispositivos, si no también, en la investigación y desarrollo de la robótica autónoma experimentando una transición a un nivel nunca antes experimentado. antes de. La globalización es el catalizador de esta situación ya que genera competitividad en todo el mundo. Por eso, las empresas industriales deben actualizar sus sistemas para sobrevivir en el mercado. Esta transición se conoce como Industria 4.0. según (Pira, 2018) señala que las tecnologías emergentes están permitiendo esta 4 revolución de manera acelerada y se vislumbrara en los próximos años. Ellos son.

Automatización y robótica

Envase inteligente

Big Data y computación en la nube

Personalización masiva



## Comercio electrónico

En la figura 1 se observa las 4 revoluciones industriales.

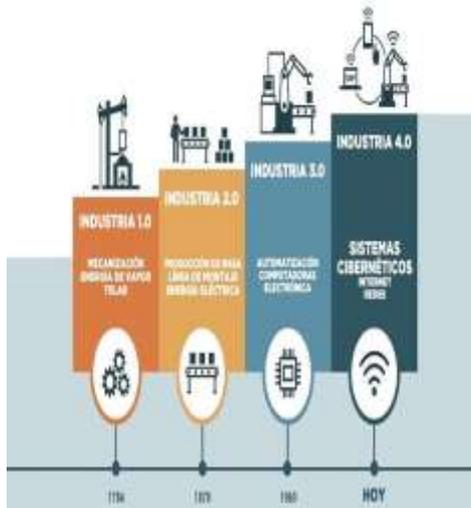


Figura 1. Las cuatro revoluciones industriales tomado de [HTTP://WWW.SOYMUJERRURAL.COM/MUJERES-EN-LA-CIENCIA/REVOLUCION-4-0/](http://www.soymujerrural.com/mujeres-en-la-ciencia/revolucion-4-0/) (Pira, 2018)

## METODOLOGÍA

Para el diseño, desarrollo y construcción de un artefacto robótico es necesario conocer las partes que lo componen uso de la tecnología y la automatización de casi todos los procesos en la actualidad es casi un hecho, cobrado fuerza la

utilización de la robótica que es una de las ramas de la inteligencia Artificial. La metodología utilizada para el aprendizaje utilizando como herramienta y objeto de experimentación la robótica se establecieron 5 fases establecidas en metodología JRE (Juguetes Robóticos Educativos) (JESÚS DANIEL SUÁREZ ROMERO, 2017), la primera fase es el diseño de herramienta educativa (Componente robótico), la segunda fase contempla el diseño tanto de la tarea o reto a conseguir, la estructura del robot mediante partes impresas en 3D o adquiridas dependiendo de las necesidades y recurso involucrado, el escenario utilizado ya que es importante para lograr la interacción del robot con el estudiante y el entorno. La segunda fase es la construcción del JRE en esta fase es importante determinar el nivel del estudiante ya que involucra no solamente la impresión y ensamble de pieza robótica, si no, también la programación en donde se hace importante que el estudiante tenga conceptos fundamentales en matemáticas y física., la siguiente fase son las pruebas donde se determina si el robot cumple con las expectativas tanto de movimiento, sincronización y control, se realiza una prueba piloto para poder probar sus componentes y se valida la interacción con el entorno por ultimo y no menos importante la implementación en donde se realizar la puesta en marcha del JRE en donde mediante la interacción del robot

con el entorno y los retos a cumplir se debe obtener los datos de rendimiento, exactitud, resistencia, sincronismo e.tc. para ser procesados y analizados para lograr así una mejora continua ver Figura 2.

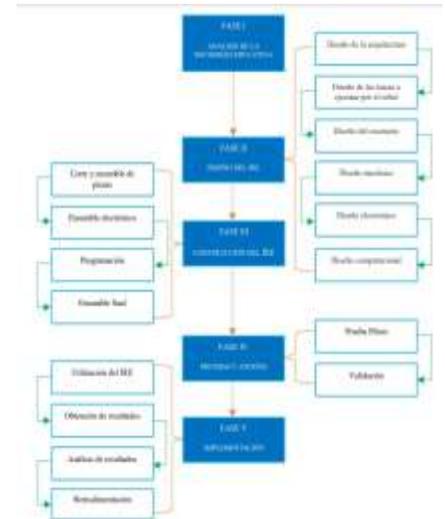


Figura 2. Fases de desarrollo del JRE adaptado (Gómez, 2009)

## 2.2. Fase a Análisis

En la fase de análisis es importante establecer el tipo de robot utilizado y de manera educativa la intencionalidad del mismo para conocer de antemano las competencias que debe tener el estudiante bajo los lineamientos del ministerio de educación en cuanto a las competencias científicas, ciudadanas, comunicativas y matemáticas ver Figura 3.



Figura 3. Competencias educativas de 1 a 11. Fuente ((Colombia), 2017)

## 2.1 Fase de Diseño

Identificación de principios o conceptos complementarios: A lo largo de esta etapa, se analizan los conceptos y principios físicos asociados al robot, complementando los requisitos básicos propuestos originalmente, y aumentando así los conocimientos que los jóvenes deben adquirir mediante el uso del robot.

Traducir nuevos requisitos de diseño: Para un mejor desarrollo y apreciación de los conceptos y principios físicos inherentes al robot, es necesario definir nuevos requisitos de diseño que permitan una apreciación más explícita de los conceptos y principios del robot.

Nuevas especificaciones de diseño: Todos los nuevos requisitos también deben traducirse a un lenguaje de ingeniería, lo que permitirá a los estudiantes tenerlos en cuenta durante la fase de diseño conceptual. Luego, se repiten los siguientes pasos: diseño conceptual, diseño de detalle y construcción con el fin de refinar el robot en construcción. En este paso, se retroalimenta el diseño conceptual con los requisitos

que no se tuvieron en cuenta en la fase inicial.

Esta modificación, y la inclusión de las nuevas etapas en el proceso de diseño, permite abordar, de una manera más fácil y organizada, la incorporación de nuevos requisitos de diseño, y como resultado, las nuevas especificaciones de diseño. Es por ello por lo que es posible implementar conceptos y / o principios que permitan generar conocimiento mediante el uso del robot; todos ellos siempre dispuestos de manera que nunca interfieran entre sí, sacando así el mayor potencial que el robot puede ofrecer. Ver Figura 3

Para el desarrollo de un robot es necesario tener presentes tres componentes básicos utilizados en su desarrollo ver Figura 5



Figura 4. Diseño concurrente de un robot educativo Fuente:

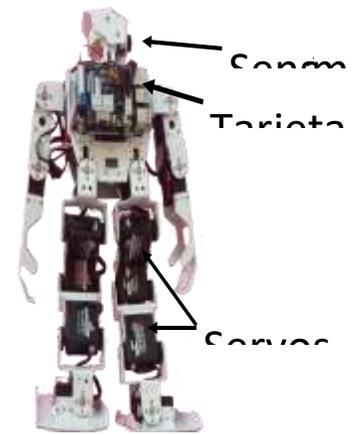


Figura 5. Componentes de un robot

Los componentes que constituyen un robot son principalmente tres:



2.1.1 Componente de locomoción (Actuadores)

En el caso de los seres humanos, el poder para el movimiento del brazo, la palma y

los dedos lo proporcionan los músculos. Para el robot, la potencia para el movimiento (locomoción) es proporcionada por los motores. Los motores utilizados para proporcionar locomoción en robots son de tres tipos según la fuente de energía:

Eléctricos, Hidráulicos o Neumáticos. Los Servos se clasifican en tres tipos: (ver figura 4)

corriente continua	corriente alterna	Imanes permanente	Paso a Paso
			
los más utilizados en el desarrollo de este ejercicio, su funcionamiento es mediante corriente continua. El servomotor se controla mediante PWM (modulación por ancho de pulso)	Se caracterizan por que pueden utilizar corrientes más potentes con un mayor torque y por lo tanto se utilizan para mover grandes fuerzas.	Son motores de corriente alterna sin escobillas su funcionamiento es similar a los servos de corriente continua.	Es un motor eléctrico, pero que no gira, sino que avanza un "paso" en cada pulso. Se utilizan mucho en el desarrollo de impresoras 3D.
Las imágenes fueron obtenidas de: <a href="https://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html">https://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html</a>			

Figura 4 Tipos de servos

2.1.2 El controlador



La computadora digital (tanto el hardware como el software) actúa como controlador del robot. El controlador funciona de manera análoga al cerebro humano. Con la ayuda de este controlador, el robot puede realizar las tareas asignadas. El controlador dirige y controla el movimiento del Manipulador y el actuador. En otras palabras, el controlador controla el robot.

## 2.1.2.1 Controladores utilizados

Los controladores utilizados son los siguientes:

### 3.1.2.1.1 Arduino

Son placas de control para propósito general por lo general en los proyectos de domótica IoT

((Internet de las cosas), pueden ser programas en lenguaje C o micro-python se utilizan en los robots que no requieran realizar reconocimiento facial o incluir inteligencia artificial La tabla 2 realiza una comparativa de las tarjetas utilizadas.

		
<p>Mini Arducam</p> <p>Utilizada en proyectos que puedan realizar reconocimiento facial o reconocimiento de objetos.</p> <p>Memoria de 512 kb</p> <p>Wifi</p> <p>Incorpora una cámara.</p>	<p>Tarjeta ESP-8266 o ESP-32</p> <p>Es una tarjeta para propósito general, se utiliza para el control de arañas robóticas, orugas, brazos robóticos o carros.</p> <p>Memoria de 512 kb</p> <p>Wifi</p>	<p>ArduCAM ESP8266 tiene la</p> <p>Es una tarjeta para propósito general, se utiliza para el control de arañas robóticas, orugas, brazos robóticos o carros.</p> <p>Incorpora una cámara para visualizar para el reconocimiento facial</p> <p>Memoria de 512 kb</p> <p>Wifi</p>



--	--	--

Tabla 2 Placas de Arduino utilizadas

### 3.1.2.1.2 Raspberry pi

Este controlador es el mas avanzado ya que es similar en su capacidad a un ordenador o pc actual tiene puertos USB, un puerto HDMI, o mini HDMI dependiendo su capacidad, memoria de 512 kb, 1,2, o 4 Gigas. Ver tabla 3 de la comparativa

	
Raspberry pi de versión 2,3 o 4 Memoria 1,2,3, o 4 Gigas 2 puertos USB	Raspberry pi Zero W Memoria 1 Gigas 1 puertos USB
1 puerto HDMI 1 puerto Ethernet Wifi	1 puerto Mini HDMI Wifi



--	--

Tabla 3 comparativa de controlador Raspberry

### 2.1.3 Sensores

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Desarrollo, ensamble y programación de componentes robóticos

Actualmente se esta realizando el estudio, desarrollo y programación de los diferentes componentes robóticos como son:

#### 3.1.1 Cuadricóptero y Hexapodo

Consiste en dos tipos de arañas biónicas el Cuadricóptero tiene cuatro patas, mientras que el Hexapodo tiene seis patas amabas son controladas actualmente por la tarjeta de control esp8266 paro esta proyectado cambiarlo a rapberry pi, ya que tendrían más autonomía y se puede incorporar inteligencia artificial ver figura 5 se puede observar como se realiza la conexión y el mapa de puertos de la esp8266.

En la figura se observa el mapa de puertos de la tarjeta controladora en la figura se aprecia como quedan dispuesto las conexiones con los servos ya que son 8, 4 por cada lado en el caso del Cuadricóptero. En la figura 6,7 se observa el proceso del ensamblaje.



J1		J2	
ADC EX A0	1	PIN1	1 D0 GPIO16
ADC	2	PIN2	2 D1 GPIO5
VU VDDUSB	3	PIN3	3 D2 GPIO4
SD D3 GPIO10	D12 4	PIN4	4 D3 GPIO0
SD D2 GPIO9	D11 5	PIN5	5 D4 GPIO2 TXD1
SD D1 SPI INT	6	PIN6	6 VDD3V3
SD CMD SPI MOSI	7	PIN7	7 GND
SD D0 SPI MISO	8	PIN8	8 D5 GPIO14 HSPICLK
SD CLK SPI CLK	9	PIN9	9 D6 GPIO12 HSPIO
GND	10	PIN10	10 D7 GPIO13 RXD2 HSPID
VDD3V3	11	PIN11	11 D8 GPIO15 TXD2 HSPICS
EN	12	PIN12	12 D9 RXD0 GPIO3
nRST	13	PIN13	13 D10 TXD0 GPIO1
GND	14	PIN14	14 GND
VIN	15	PIN15	15 VDD3V3

THT\_Male\_P\_1x15    THT\_Male\_P\_1x15

Figura 5 Mapa de la tarjeta ESP8266.

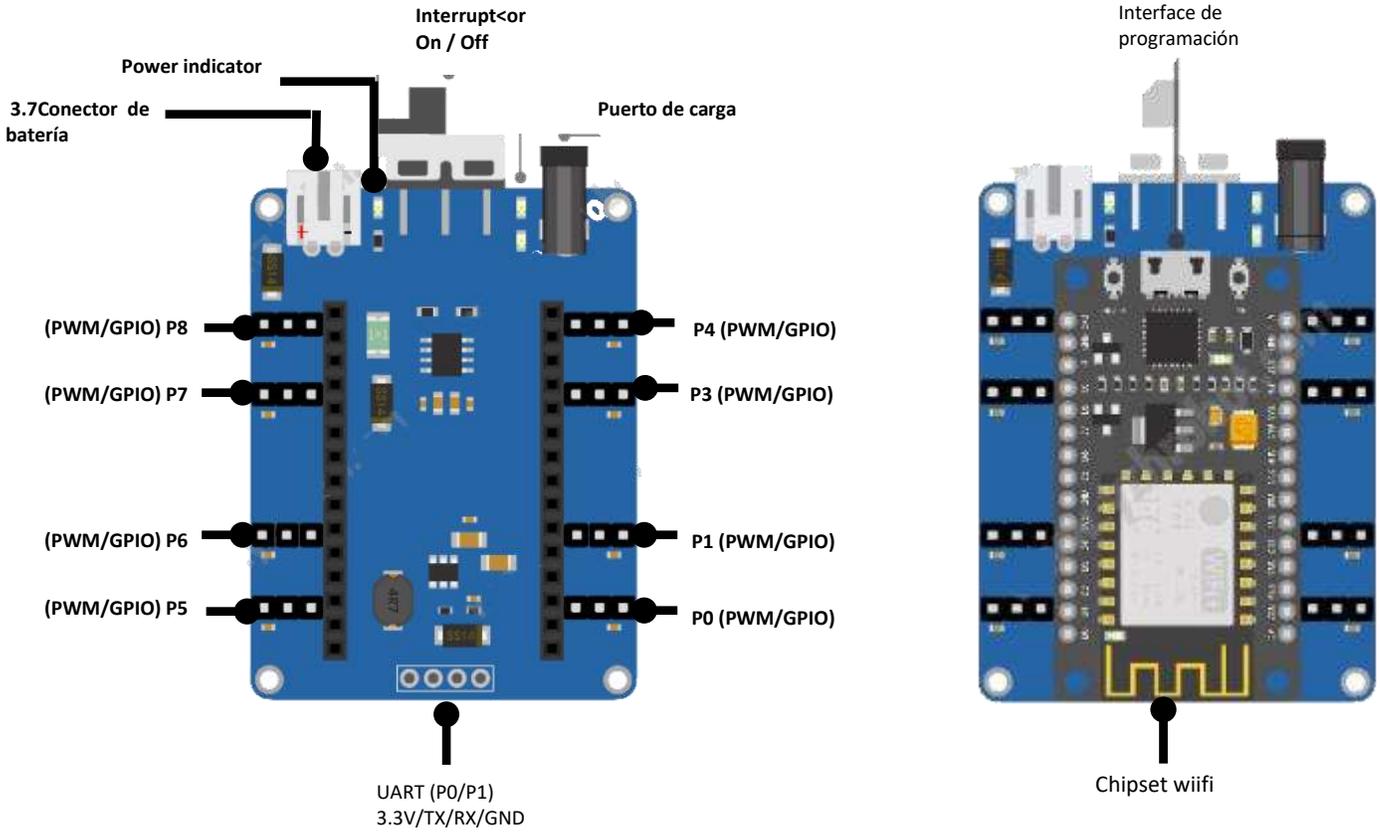
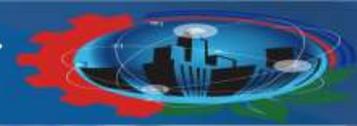


Figura 6. en el lado izquierdo la tarjeta de expansión y el lado derecho como queda después de su acople obtenido de <https://www.yzhrobot.com/>

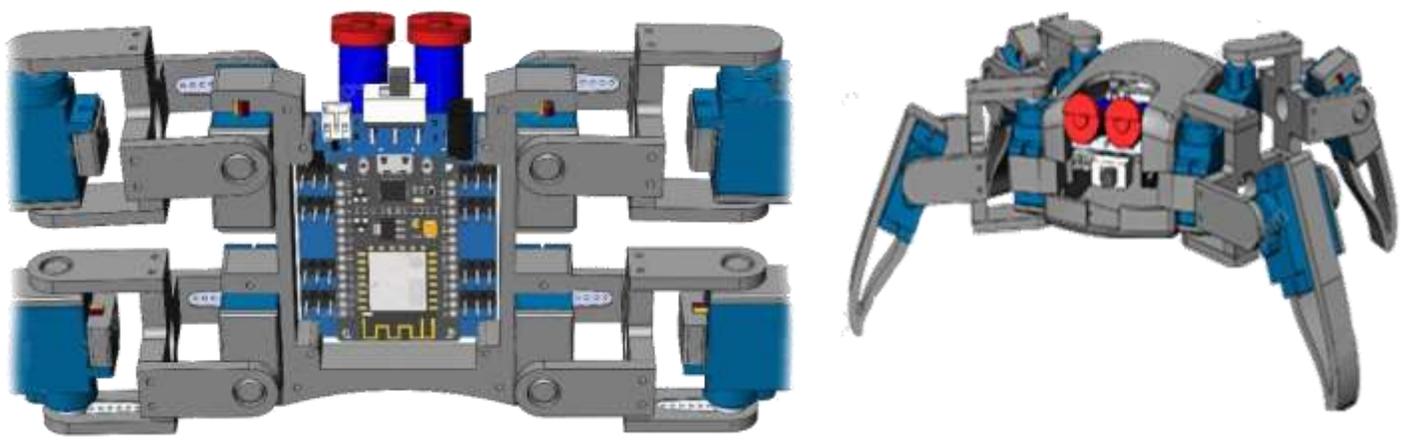


Figura 7. Instalación y calibración de los servos posteriormente el ensamble completado obtenido de <https://ww.yzhrobot.com>



### 3.1.2 Humanoide

Para el desarrollo del humanoide es necesario en primer lugar tener el chasis (body o cuerpo), posteriormente se ensambla con los servos los cuales se tienen que calibrar para que todas las articulaciones queden alineadas y no se tenga problemas con movimientos asincrónicos. En la tabla 4, se observa el controlador que en este caso es una Raspberry Pi versión 4, se describe las características de esta, en la parte inferior de la tabla se aprecia la tarjeta controladora con una tarjeta de expansión para raspberry cuya fusión radica en el control de los servos que este caso se conecta en serie para evitar demasiadas conexiones.

Labels in diagram:

- Audio interface
- USB management chip
- USB 2.0
- USB 3.0
- Gigabit ethernet ports
- The network card
- Poe interface
- RAM (2G/4G/6G)
- Micro HDMI
- Camera interface
- Type- C power supply
- Power management chip
- DSI display connector
- Dual-band WIFI/Bluetooth 5.0
- BCM2711 Four core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC@1.5GHz

Raspberry Pi 4B	
Soc:	Broadcom BCM2711
Bluetooth:	Buletooth 5.0
Wifi network:	USB2.0*2/USB3.0*2
USB interface:	2.4GHz/5GHz wireless 802.11b/g/n/ac
Wired network:	Gigabit Ethernet
Audio interface:	micro HDMI*2
SD card support:	Max 128G
RAM:	2G/4G

Labels for Raspberry pi 4B:

- Buzzer
- PWM servo port
- 6-axis sensor IC
- Power supply output
- UART port
- IIC port

Labels for Raspberry Pi Extension Board:

- Bus servo port
- Button
- Signal indicator
- GPIO port
- Switch
- DC charging port
- Power port



Tabla 4 Tarjeta controladora del humanoide figuras obtenidas de <https://www.hiwonder.hk/>

En la figura 8 se observa todos los componentes del humanoide, que posee 18 grados de libertad, esta equipado con una cámara de alta definición, un sensor acelerómetro.

<b>Body</b>	Size	373*186*106mm(14.69x7.32x4.17 inches)
	Weight	about 1.8kg
	Camera pixel	480P
	Rotation	2 DOF
<b>Power supply</b>	Battery	11.1V 2000mAh 10C lithium battery
	Working hour	about 60mins
<b>DOF</b>	Head	2 DOF
	Shoulder	2 DOF
	Arm	2 DOF(each)
	Leg	4 DOF(each)
	Foot	1 DOF(each)
<b>Control system</b>	Hardware	Raspberry Pi 4B & expansion board
	Software	APP+PC software
	Communication	Wi-Fi and ethernet
<b>Others</b>	Servo	LX-824HV bus servo LFD-01M avoid blocking servo
	Shipping size	560*360*310mm(22x14.17x12.2 inches)
	Shipping weight	about 3.9kg

Figura 8. Robot humanoide con sus características. obtenido de <https://www.hiwonder.hk/>

### 3.1.3 Mbot

mBot es un robot de codificación STEM para principiantes, que hace que la programación de robots de enseñanza y aprendizaje sea simple y divertida. Con un destornillador e instrucciones paso a paso, los niños pueden construir un robot desde cero y experimentar los placeres de la creación práctica. A medida que avanzan, aprenderán sobre una variedad de maquinaria robótica y piezas electrónicas, se familiarizarán con los fundamentos de la programación basada en bloques y desarrollarán su pensamiento lógico y sus habilidades de diseño. En la figura 9 observamos como es la apariencia de un mbot en su version 2 y en la figura 10 se observa cada uno de sus componentes y la forma secuencial de su ensamblado.



Figura 9 Mbot en su version 2. Obtenido de <https://www.robotix.es/es/mbot-2>

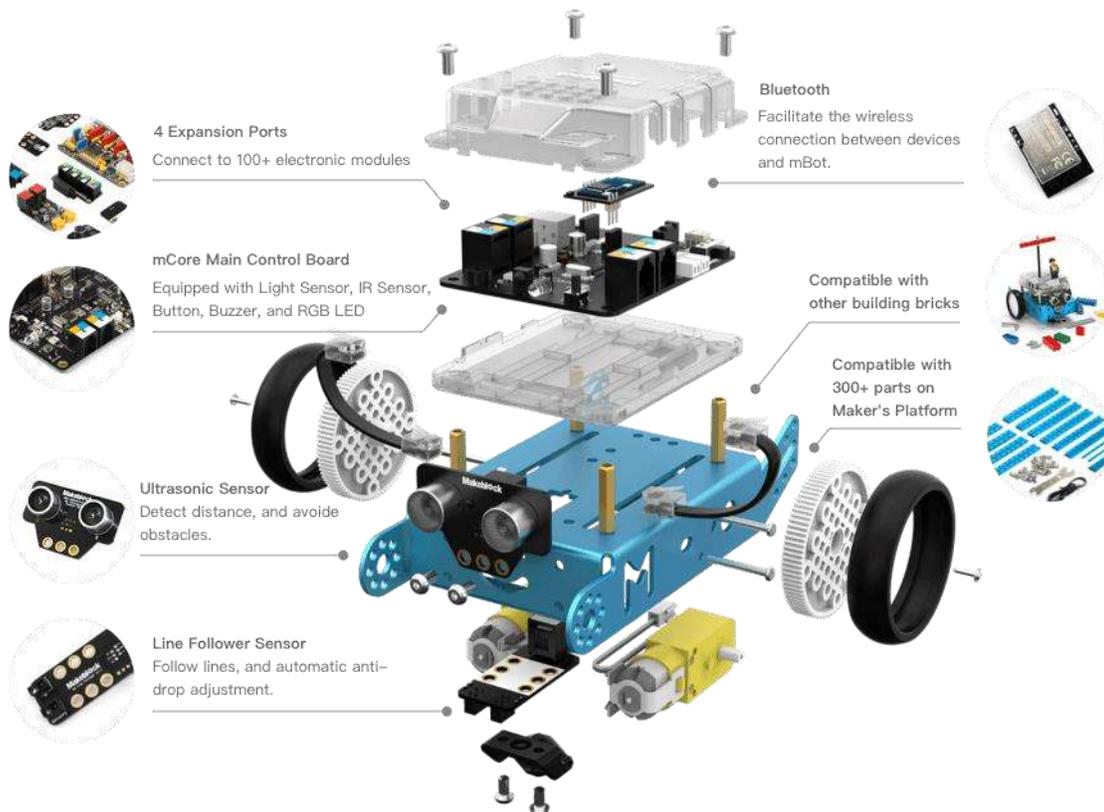


Figura 10. Estructura del mbot con sus componentes como sensores, servos y la tarjeta controladora. Obtenido de <https://www.makeblock.com/steam-kits/mbot>

### 3.1.4 Perro robot



Es un robot pequeño pero ágil y potente. Es una herramienta ideal para aprender, enseñar e investigar robots cuadrículados. Con la placa Arduino personalizada que coordinará todos los movimientos instintivos y sofisticados, puede acoplar varios sensores para lograr la percepción. También tiene la posibilidad de tener capacidades de inteligencia artificial montando un Raspberry Pi u otros chips AI. Ver Tabla 5. Imgen inferior, en la figura 9 se observa la tarjeta del perro bionico con su coreespondiente tarjeta de exoansion.



Componente del perro biónico sin ensamblar



Perro Biónico ensamblado



Perro Biónico montando una controladora Raspberry PI

Tabla 5. Detalle del perro biónico

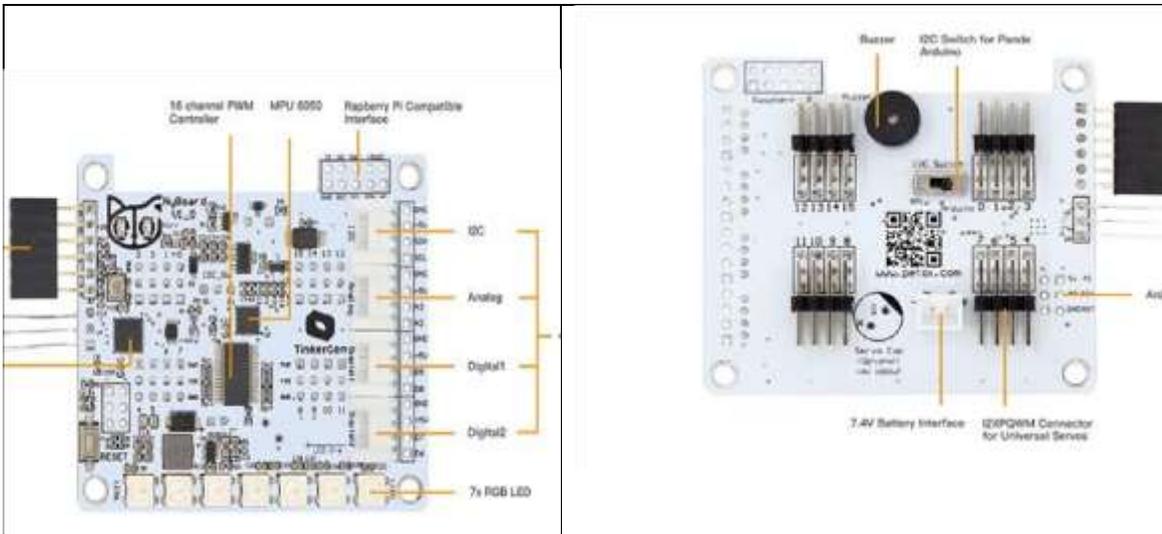


Figura 11. Controlador y tarjeta de expansión del perro biónico

A continuación, se muestra la galería donde se experimentó con estudiantes de bachillerato y estudiantes de ingeniería de sistemas figuras 12,13 y 14



Figura 12. Estudiantes de bachillerato interacción con el humanoide, el perro biónico y el mbot



Figura 13 Estudiante de 1 semestre de ingeniería de Sistema ensamblando una oruga

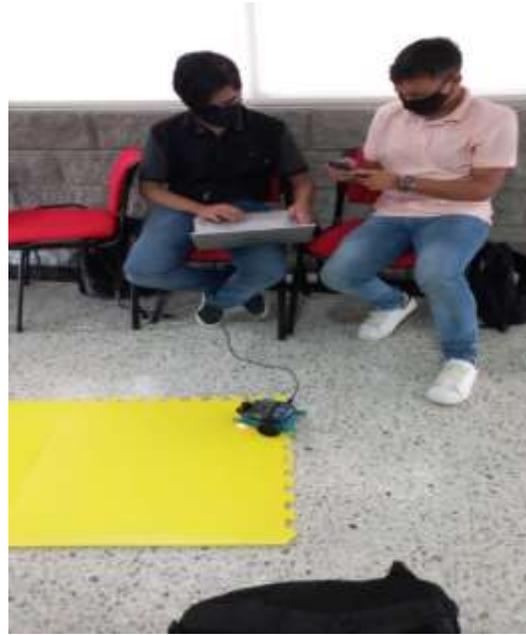


Figura 14 Estudiantes del semillero de

Sistemas cumpliendo retos con el Mbot

#### 4 Conclusiones

Con el trabajo descrito en este trabajo, se demostró que existen diferentes metodologías de aprendizaje para la enseñanza de conceptos de ingeniería. Nuestra propuesta arrojó buenos resultados; los



estudiantes dejaron una actitud pasiva para volverse analíticos, argumentativos y propositivos; ergo, gente proactiva.

Se utilizó la robótica porque recientemente se ha convertido en una gran herramienta para fortalecer la creatividad, el aprendizaje y las habilidades de diseño. En la primera etapa, la metodología de diseño tuvo que modificarse en un ciclo refinado. Esto se debió a que los requisitos presentados por los usuarios no estaban claros.

En el fondo, el objetivo también era reducir la tasa de deserción de los estudiantes en la escuela secundaria y preparar a los jóvenes para enfrentar un programa académico de pregrado en ingeniería (educación superior).

Para terminar este capítulo, coincidimos con Resnick cuando dice que actualmente hay una transición hacia una sociedad de la creatividad. Esto se debe a que la información y el conocimiento no son suficientes para abordar los problemas actuales que enfrenta el mundo, y es necesario utilizar la creatividad para generar soluciones (Resnick, 2017)

Durante años, instituciones como las universidades han cometido el error de restringir la creatividad a determinadas carreras como la ingeniería y aplicarla solo a algunas carreras como el diseño (González, 2010) y (Gómez, 2009) . Pero la creatividad es en realidad un área común a toda actividad humana, y algunos ejemplos son: producción agrícola, medicina, pintura y, por supuesto, ingeniería; por lo tanto, se debe fomentar el desarrollo de esta habilidad desde la niñez. Asimismo, la creatividad no se limita a un rango de edad, sino que debe fomentarse durante todas las etapas del crecimiento

de una persona, principalmente en las etapas entre 0 y 17 años, porque es cuando la persona encuentra sus intereses y crea sus propios intereses. modelos de aprendizaje (Zuckerman, 2003)

## 5. Referencias

(Colombia), M. d. (2017). *Revolución Educativa*.

Gómez, M. U. (2009). Nueva perspectiva de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje en ingeniería.

Caso práctico: operaciones con sólidos. *DYNA*, v.159 fasc.160 p.76 - 84.

González, J. J. (2010). Nuevos modelos de aprendizaje y desarrollo de la creatividad usando agentes robóticos. *revista DYNA* , v.78 fasc.162 p.61 - 71.

JESÚS DANIEL SUÁREZ ROMERO, N. A. (2017). *DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE JUGUETES ROBÓTICOS EDUCATIVOS*. MONTERÍA (CÓRDOBA) .

Pira, S. (13 de 11 de 2018). *The Impact of Industry 4.0 on Packaging to 2023*. Obtenido de <https://www.smithers.com/services/market-reports/packaging/the-impact-of-industry-4-0-onpackaging-to-2023>

Resnick, M. (2017). Sowing the seeds for a more a creative society. *ISTE International Society for Technology in Education*. International Society for Technology in Education.

Zuckerman, O. a. (2003). *System blocks: a physical interface for system dynamics learning*. MIT Media Laboratory. US