# Antecedentes.

## Robótica modular.

Un robot modular se puede definir como un robot compuesto por un conjunto de dispositivos individuales o módulos. Cuando estos módulos se unen forman un robot más complejo que sería capaz de realizar un conjunto de funciones y operaciones determinadas por sus diferentes módulos.

Los módulos son los elementos individuales dentro del robot modular, que se encargan de realizar total o parcialmente funciones u operaciones básicas dotando de forma individual de ciertas capacidades al robot en su conjunto, una vez unidos los diferentes módulos. Los módulos, además, deben de ser capaces de comunicarse entre sí de alguna forma [10].

Las mayores ventajas que aportan los robots modulares son la versatilidad y la capacidad de configuración, dotando a los robots de una alta tolerancia a los fallos, haciéndolo un sistema escalable y abaratando el coste de su producción y mantenimiento al tener que reproducir sólo una cierta cantidad de módulos, y en caso de fallos, solo aquellos que fallan, sin tener que alterar todo el robot.

### Clasificación de robots modulares según capacidad de configuración.

La capacidad de configuración o reconfiguración de un robot modular es uno de los principales métodos de clasificación dándose dos casos posibles: robots modulares configurables manualmente o Manually-Reconfigurable Modular Robots, y robots modulares auto-configurables o Self-Reconfigurable Modular Robots.

#### Robots modulares manualmente configurables.

Se definen como robots en los que sus módulos requieren ser ensamblados por un operador. Las mayores ventajas que ofrecen estos sistemas son la simplicidad en los mecanismos de conexión y la capacidad de uso en lugares con poco espacio de trabajo. Un ejemplo de estos tipos de robots sería CONRO [10].

#### Robots modulares auto-configurables.

Se definen como robots en los que sus módulos se ensamblan automáticamente entre ellos a través de una forma de conexión programada previamente. Son el campo de estudio predominante ya que se busca dotarlos de una variedad adicional de características como son la Auto-Replicación o Self-Replicating, capacidad de replicarse a sí mismo, y la Auto-Reparación o Self-Repairing, la capacidad de regenerarse de ciertos daños en el sistema [3] [10].

Ejemplo de robótica modular en el cine y la televisión, seria “El replicante” de la serie de televisión Stargate SG-1. En la serie estos robot consumen recursos para auto-fabricarse los módulos que lo componen, y así formar grandes objetos con ellos, desde pequeños robots arácnidos hasta naves espaciales completas. A través de la auto-configuración, auto-reparación y auto- quedan dotados de una altísima autosuficiencia.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Robot modular de la serie de televisión Stargate SG-1 (El replicante). Imagen obtenida de https://stargate.fandom.com/es/wiki/Replicantes | Módulos del robot. |

### Clasificación de robots modulares según su conexión y estructura.

Otra forma de clasificar a los robots modulares es según su forma conectarse y formar estructuras más complejas. Dentro de esta clasificación se dispone de tres tipos [1] [2]:

* Retícula o Lattice: los módulos se conectan formando estructuras de la misma forma que harían los átomos formando moléculas.
* Cadena o Chain: los módulos se conectan formando cadenas y a partir de esas cadenas se forman elementos más complejos. Por ejemplo un robot cuadrúpedo se formaría por cinco cadenas, una para el cuerpo y cuatro para las extremidades.
* Hibrido o Hybrid: mezcla del tipo cadena y retícula.

### Clasificación de robots modulares según su locomoción.

Según su método de locomoción en el medio se podrían clasificar, también, como [1]:

* Ápodos: se desplazan a través de movimientos “corporales”, es decir, a través del movimiento generado por la propia forma física de sus módulos.
* Propulsados: se desplazan usando ruedas, orugas o sistemas de propulsión similares.

### Lista de robots modulares.

Una lista de los robots modulares investigados y desarrollados es la que muestra la siguiente tabla:

|  |
| --- |
|  |
| Lista de robots modulares. Imagen obtenida de Alberto Brunete, Avinash Ranganath, Sergio Segovia, Javier Perez de Frutos, Miguel Hernando and Ernesto Gambao, International Journal of Advanced Robotic Sistems. Current trends in reconfigurable modular robots design, 2017. |

### Conector o Docking.

El conector es otro factor importante dentro los robots modulares ya que su función va a ser la de conectar dos módulos entre sí, por tanto hay varios factores que son importantes a tener en cuenta [10]:

1. Tamaño.
2. Resistencia mecánica.
3. Capacidad de compartir señal de alimentación.
4. Facilidad de Conexión/Desconexión.
5. Velocidad de Conexión/Desconexión.
6. Capacidad unilateral de Conexión/Desconexión, es decir, que se pueda desconectar el módulo y permitir al resto funcionar sin problemas.
7. Acoplamientos por género y orientación, son un factor bastante limitante de la versatilidad de un robot modular.
8. Tipo de conector: magnético, electromagnético, electroestático o electromecánico. La tendencia actual es usar magnéticos para robots manuales y electromecánicos para los auto-configurables.

### Métodos de comunicación entre módulos.

Dentro de los métodos de comunicación más usados destacan los protocolos I2C, CAN y SERIAL dentro de los métodos cableados y Wi-Fi y Bluetooth dentro de los métodos inalámbricos, siendo estos últimos los preferidos a implementar en el futuro [10].

### Alimentación de los módulos.

Dentro de las fuentes usadas para suministrar la energía al robot, en los últimos años se ha tomado como tendencia el uso de baterías LiPo y Li-Ion.

|  |
| --- |
|  |
| Esquema de robots modulares. Imagen obtenida de Juan González Gómez. Robótica modular y locomoción: Aplicación a robots ápodos, 2008. |

## Ejemplos de robots modulares.

### Polypod.

Diseñado por Mark Yim en los años 1993 y 1994, este robot fue usado en su tesis para estudiar la viabilidad y versatilidad de los robots modulares auto-configurables destinados a la locomoción estáticamente estable. No es un robot modular auto-configurable pero se usa para demostrar sus utilidades y posibilidades [2].

|  |
| --- |
|  |
| Módulos de Polipod. Imagen obtenida de M. Yim. Locomotion with a unit-modular reconfigurable robot. PhD thesis, Stanfofd University, December 1995. |

La idea principal de Polipod sería disponer de un robot con las menores limitaciones posibles, siendo los grados de libertad y el tamaño del robot los más importantes. El resultado ha sido unos módulos cúbicos de menos de 6.5 cm (2.5”) de lado [17].

El robot consta de dos módulos: el segmento, que sería el componente principal, y el nodo.

Los segmentos son módulos con dos grados de libertad, y con dos caras con conectores permitiendo la unión con otros módulos. Puede realizar giros de ±45° a través del movimiento de dos motores DC que le proporcionan los dos grados de libertad. Es el que contiene todos los componentes menos la alimentación, dentro del cual estarían: los dos motores DC, dos sensores de posición, dos pares (receptor y emisor) de sensores IR y el cableado, que dispone de 10 líneas eléctricas (4 para alimentación de motores y robot y 6 para el sistema de comunicación usado, que en este caso, sería bus SPI) [2] [17].

|  |
| --- |
|  |
| Movimiento de los módulos segmentos. Imagen obtenida de M. Yim. Locomotion with a unit-modular reconfigurable robot. PhD thesis, Stanfofd University, December 1995. |

|  |
| --- |
|  |
| Posición de los motores DC dentro del módulo segmento. Imagen obtenida de M. Yim. Locomotion with a unit-modular reconfigurable robot. PhD thesis, Stanfofd University, December 1995. |

Los nodos son cubos fijos con conectores en cada una de sus 6 caras, permitiendo realizar diferentes formas en los robots y además se encargan de contener la alimentación del robot [2] [17].

### Polybot.

Fue el siguiente proyecto de Mark Yim, tras su tesis, que empezó a desarrollar desde el año 1998 cuando empezó a trabajar como investigador en el PARC (*Palo Alto Research Center*) [1].

Es un robot modular compuesto por dos tipos de módulos: el segmento, que dispone de un grado de libertad y el nodo que es un elemento fijo. Entre sus objetivos están que su tamaño no supere un cubo de 5 cm y que cada módulo del robot ejecute una tarea simple, y en conjunto puedan realizar muchas tareas. Su estructura física es un cubo de acero de 416 g de peso.

La conexión de varios módulos se puede realizar en cualquier posición de 90°, a través de uno de los cuatro conectores de los que dispone cada extremo o placa de conexión del módulo, siendo los cuatro iguales. Se dispone de cuatro pines y cuatro huecos en cada lado del extremo del módulo. Los segmentos tienen dos placas de conexión y los nodos seis.

Los nodos tienen como funciones principales la de permitir formas complejas de unión de los módulos y el almacenaje de las baterías.

La comunicación se realiza mediante CAN bus y el movimiento se realiza mediante un motor DC [13].

Existen varios modelos de Polybot:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Módulo G1. | Módulo G1v4. |
|  |  |
| Módulo G2, mostrando las conexiones dentro del módulo. | Módulo G3. |
| Imágenes obtenidas de Juan González Gómez. Robótica modular y locomoción: Aplicación a robots ápodos, 2008. | |

### M-TRAN.

Consiste en un robot modular diseñado en el año 1998 por el *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* y el *Tokyo Institute of Technology*. Cuatro años más tarde, en el año 2002, se desarrolló una evolución de este, dando lugar al M-TRAN II. Finalmente, en el año 2005 se desarrolla el último modelo M-TRAN III [1].

|  |
| --- |
|  |
| Modelos del robot M-TRAN (de izquierda a derecha modelos II, I y III). Imagen obtenida de Juan González Gómez. Robótica modular y locomoción: Aplicación a robots ápodos, 2008. |

#### M-TRAN.

El módulo está formado por dos cajas cúbicas, redondeados por un lado, y una conexión entre ambos, permitiéndole girar ±90°. En el módulo, una caja actúa como pasiva y otra como activa.

Las cajas disponen de tres superficies imantadas de manera opuesta entre pasiva y activa, para poder realizar la conexión. La conexión mecánica se realiza mediante los imanes y la conexión eléctrica se realiza con cuatro pines de alimentación y uno para la comunicación serie. La caja pasiva contiene el procesador y la alimentación del robot. El conector de las cajas contiene dos motores y el cableado entre caja pasiva y activa [15].

|  |
| --- |
|  |
| Partes del módulo M-TRAN. Imagen obtenida de Murata S, Yoshida E, Kamimura A, et al. M-tran: selfreconfigurable modular robotic system. IEEE/ASME Trans Mech 2002; 7(4): 431–441. |

|  |
| --- |
|  |
| Mecanismo de conexión entre módulos de M-TRAN. Imagen obtenida de Murata S, Yoshida E, Kamimura A, et al. M-tran: selfreconfigurable modular robotic system. IEEE/ASME Trans Mech 2002; 7(4): 431–441. |

#### M-TRAN II.

Este segundo prototipo de M-TRAN se diseñó para mejorar la capacidad de auto-reconfiguración, potenciar la capacidad de procesamiento y mejorar la potencia de actuación [16].

|  |
| --- |
|  |
| Especificaciones de M-TRAN. Imagen obtenida de Murata S, Yoshida E, Kamimura A, et al. M-tran: selfreconfigurable modular robotic system. IEEE/ASME Trans Mech 2002; 7(4): 431–441. |
|  |
| Especificaciones de M-TRAN II. Imagen obtenida de Kurokawa H, Kamimura A, Yoshida E, et al. M-tran ii: metamorphosis from a four-legged walker to a caterpillar. In: Proceedings of the 2003 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems, Vol. 3, 2003, pp. 2454–2459. |

El Sistema de control dentro del módulo de M-TRAN II contiene dos capas CPU:

* La capa superior está formada por el Neuron chip (CPU principal) y dos cables de bus de red RS-485 usados para una comunicación con un host PC externo.
* La capa inferior está formada por la CPU principal y tres microcontroladores (PIC16F873 y F877). El principal actúa como maestro y envía las órdenes a los otros.

La comunicación con otros módulos se realiza mediante radiofrecuencia inalámbrica [16].

#### M-TRAN III.

Este nuevo módulo incorpora un sistema de conexión con sistema mecánico, sustituyendo a la conexión magnética de los anteriores modelos, con ello se ha mejorado la eficiencia energética y la velocidad de conexión y desconexión, pero a cambio ha aumentado la complejidad de esta. La comunicación entre módulos se realiza mediante bus CAN, siendo uno de ellos el maestro y el resto los esclavos. Este modelo ha sido desarrollado para una fabricación en serie, dejando de ser un simple prototipo [1].

### CONRO.

Consiste en un conjunto de módulos que fueron desarrollados en el ISI (*Information Science Institute*), en la universidad de California, para el estudio y realización de robots modulares auto-configurables [1].

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| Módulos de CONRO y Configuraciones realizadas al robot. Imagen obtenida de Castano A, Behar A and Will P. The Conro modules for reconfigurable robots. IEEE/ASME Trans Mech 2002; 7(4): 403–409. | | |

Los módulos de este robot están constituidos de tres partes: conector pasivo, conector activo y cuerpo.

|  |
| --- |
|  |
| Partes del módulo del robot CONRO. Imagen obtenida de Castano A, Behar A and Will P. The Conro modules for reconfigurable robots. IEEE/ASME Trans Mech 2002; 7(4): 403–409. |

El conector pasivo tiene forma cubica hueca y es el contenedor del cableado del circuito infrarrojo de conexión y de la batería principal del módulo de 6 V, tiene atornillado una placa PCB de dos capas que actúa como controlador de los infrarrojos y como contacto positivo. Además dispone de una clavija que actúa como negativo de la batería y la mantiene fija.

El conector activo es el encargado de realizar los enganches y desenganches de los módulos mediante un conector móvil que se engancha a los pines del conector pasivo, además de realizar la comunicación infrarroja con él para realizar los enganches.

El cuerpo incorpora una placa PCB central y dos servomotores que dotan al robot de una movilidad en dos ejes. La placa se encargaría de controlar los servomotores. Además, dispone de un hueco para una batería de 3 V pequeña.

Este robot, como se ha mencionado, usa dos baterías de litio de 6 V y 3 V de capacidad de 160 mAh.

Los módulos pueden operar de manera independiente y la conexión entre módulos se realiza de forma manual. Los módulos no comparten señal de reloj. El control del robot se realiza con un control distribuido, con un control centralizado basado en esclavo-maestro o en una mezcla de ambas.

Se utiliza un programa en C/C++ bajo Linux, en el cual se envían menajes de 3 bytes conteniendo la fuente del mensaje, el receptor, la orden y el ID del mensaje. No hay red, si no que el mensaje va saltando entre los módulos hasta llegar a su destino [11] [12].

### ATRON.

ATRON es un robot de tipo reticular o *lattice*, sus módulos son posicionados de forma que su eje de rotación sea paralelo al eje X, Y o Z y los módulos se conectan de forma que su movimiento sea perpendicular a dicho eje. El movimiento básico de ATRON sería de 90° alrededor de su ecuador, mientras sus hemisferios se conectan con los diferentes módulos, causando que los módulos conectados al módulo activo giren en su dirección [18].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Robot modular ATRON. | Módulos de ATRON. |
| Imágenes obtenidas de Jørgensen M, Østergaard E, Lund H. Modular ATRON: modules for a self-reconfigurable robot. In: Proceedings of the 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), October 2004, pp 2068–2073. | |
|  | |
| Comparación del movimiento de rotación de M-TRAN y ATRON. Imagen obtenida de Jørgensen M, Østergaard E, Lund H. Modular ATRON: modules for a self-reconfigurable robot. In: Proceedings of the 2004 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), October 2004, pp 2068–2073. | |

El módulo de ATRON está construido principalmente de aluminio con ciertas piezas de latón (engranajes del motor central) y acero (rodamientos centrales y conectores pasivos).

La reconfiguración se realiza al tener módulos vecinos conectados alrededor, girando múltiplos de 90° y realizando una separación con los módulos iniciales y una nueva conexión con nuevos módulos vecinos. Este diseño permite infinitas rotaciones siempre que haya conexiones entre los hemisferios. A diferencia de los robots anteriores, este robot realiza la conexión entre puntos (punto a punto) en lugar de entre superficies (superficie a superficie).

La alimentación se realiza mediante dos baterías de Li-ion de 3.6 V con capacidad de 980 mAh, dando lugar a una alimentación de 7.2 V y 980 mAh, incorporadas en cada módulo. Los módulos además pueden compartir entre ellos la alimentación, siempre que estén directamente conectados.

Para realizar la comunicación entre módulos vecinos se dispone de cuatro pares de diodos infrarrojos, cuatro emisores y cuatro receptores, en cada hemisferio. Cada set se posiciona cerca del centro, justo debajo de un conector que apunta hacia el centro de los módulos vecinos. La comunicación, por tanto, está determinada por un protocolo IrDA en su capa física de transmisión de datos.

Además, todos los módulos disponen de un acelerómetro de 2 ejes como elemento sensor [18].

### SuperBot.

Consiste en un robot modular desarrollado por el laboratorio de robótica polimórfica del ISI en la universidad de California del Sur. Es un proyecto financiado por la NASA y el DARPA para un uso de exploración planetaria y de recolección de información. Está basado en varios modelos anteriores como son CONRO, Polybot, M-TRAN y ATRON [1].

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Módulo de SuperBot. Imagen obtenida de Juan González Gómez. Robótica modular y locomoción: Aplicación a robots ápodos, 2008. | Robot Modular SuperBot de 6 módulos. Imagen obtenida de Salemi B, Moll M and Shen WM. Superbot: a deployable, multi-functional, and modular self-reconfigurable robotic system. In: 2006 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems, 2006, pp. 3636–3641. |

La idea principal en el diseño de los módulos de SuperBot es la potencia, robustez y flexibilidad para poder emplearse en entornes complejos y no controlados, donde no se pueda dar especial atención humana. Sus circuitos y componentes disponen de una carcasa fuerte y resistente capaz de soportar ambientes duros y fuertes golpes.

Está pensado para poder moverse en entornos no controlados por lo que debe ser capaz de evitar obstáculos mediante una buena capacidad de auto-reconfiguración con pocos movimientos, un buen sistema de sensores y de comunicación entre módulos, siendo capaz de comunicar cada dato del entorno.

Los módulos son capaces de transmitirse energía entre ellos para poder cargar sus baterías en caso de fallo de batería y poder funcionar en conjunto.

Tiene capacidad de auto-acoplamiento entre los diferentes módulos, disponiendo de 6 conectores en sus extremos, y de auto-desacoplamiento para poder liberarse en caso de error en alguno de ellos.

La forma de SuperBot es la de dos cubos de 84 mm, unidos. El prototipo se hizo de aluminio alcanzando un peso de 500 g. Contiene en la parte central una parte que le permite rotar obteniendo tres grados de libertad.

A nivel de software está diseñado en C a través de un conjunto de tareas que contienen un conjunto de mensajes. Las tareas pueden ser configuradas para realizarse automáticamente o bajo demanda. Dentro del módulo cada cubo actúa como maestro o como esclavo comunicados entre ellos mediante una comunicación serie por I2C. La comunicación entre módulos distintos se realiza mediante una tarea IR por infrarrojos [14].

La comunicación en cada módulo queda esquematizado con la siguiente imagen:

|  |
| --- |
|  |
| Esquema básico Módulo SuperBot. Imagen obtenida de Salemi B, Moll M and Shen WM. Superbot: a deployable, multi-functional, and modular self-reconfigurable robotic system. In: 2006 IEEE/RSJ international conference on intelligent robots and systems, 2006, pp. 3636–3641. |

### LineForm.

Diseñado en el año 2015, es un robot modular formado por un conjunto de servomotores conectados en serie y controlado a través de un Arduino al que se le pasan los programas de control mediante un ordenador por comunicación serie. Dispone de una capa protectora que ayuda a mantener los componentes además de dar un aspecto más compacto.

|  |
| --- |
|  |
| Robot LineForm, prototipo 3D (A) y prototipo 2D (B). Imagen obtenida de MIT Media Lab y Stanford University. LineFORM: Actuated Curve Interfaces for Display, Interaction, and Constraint, 2015. |

Se usaron dos prototipos de LineForm un de gran tamaño que presenta un alto par, alta detección de la deformación, cambio de rigidez y posibilidad de presentar formas 3D. Además, se dispone de otro de pequeño tamaño usado en tareas de 2D.

La longitud que presenta el robot y la resolución de las formas que puede adoptar son sus mayores limitantes.

Entre sus aplicaciones está la manipulación 3D de curvas y el uso como robot cambiador de forma, pero también puede usarse como regla inteligente, adaptándose a ciertas medidas que faciliten los trabajos de diseño, y como exoesqueleto aplicándose alrededor de una extremidad del cuerpo [5].

### ChainForm.

Diseñado en el año 2016, surge como una evolución de las anteriores investigaciones, tales como LineForm. Consiste en un conjunto de módulos idénticos que se unen para formar una cadena, la cual, puede modificar su longitud a gusto del usuario, siendo esta su principal característica modular. Los módulos están diseñados para detectar interacciones táctiles de los usuarios, tales como, la deformación angular y la forma en la que los usuarios tocan el módulo.

|  |
| --- |
|  |
| Robot ChainForm. Imagen obtenida de MIT Media Lab y Stanford University. ChainFORM: A Linear Integrated Modular Hardware System for Shape Changing Interfaces. |

El robot está formado por dos módulos: módulo maestro y módulo integrado.

El módulo maestro está formado por una placa Teensy 3.2 con un ARM Cortex-M4 (MK20DX256VLH7, Freescale), este módulo se encarga de realizar las comunicaciones entre el ordenador de control y el resto de módulos mediante una comunicación USB.

Los módulos están formados por tres piezas: una placa de circuito flexible, un servomotor y una carcasa impresa por impresora 3D. La carcasa dispone de un conector mecánico para conectarse al resto de los módulos. Las placas disponen de un procesador ATmega328p, un MTCH6102 para realizar la sensibilidad capacitiva, un relé G3VM-21UR11 usado para activar los servomotores y un conjunto de LEDs [6].

La comunicación entre los módulos se realiza mediante I2C y la comunicación entre el maestro y el exterior se realiza mediante USB, como se mencionó anteriormente.

|  |
| --- |
|  |
| Partes de los módulos ChainForm: Circuito (a), carcasa (b) y servomotor (c). Imagen obtenida de MIT Media Lab y Stanford University. ChainFORM: A Linear Integrated Modular Hardware System for Shape Changing Interfaces. |

|  |
| --- |
|  |
| Esquema del módulo ChainForm. Imagen obtenida de MIT Media Lab y Stanford University. ChainFORM: A Linear Integrated Modular Hardware System for Shape Changing Interfaces. |

Entre sus aplicaciones están las interfaces de computadora adaptadas a las necesidades del usuario y la utilización como herramienta de prototipado.

### Robo-Wunderkind.

Algunos proyectos de robótica modular han salido al mercado destinados a facilitar tareas de aprendizaje para los niños como es el caso de Robo-Wunderkind.

Es un proyecto ideado en el 2013 y lanzado al mercado en el 2015 por un precio de 199$ la caja básica de módulos. Este proyecto consiste en un conjunto de 15 módulos, con forma cúbica y de fácil conexión similar a los LEGO infantiles, que cumplen varias funciones, entre las que destacan motores, servos, y diferentes tipos de sensores. Estos módulos independientes y básicos se unen para formar un robot modular más complejo y controlado mediante una sencilla APP. Está destinado a un público más infantil para que los niños puedan aprender lo antes posibles los diferentes conceptos de la robótica más compleja [4].

|  |
| --- |
|  |
| Robo-Wunderkind. Imagen obtenida de Robo-wunderkind. The Story of Robo-Wunderkind. |

### MODI.

Otros proyectos se han destinado al público para dar otras facilidades, como es el caso de MODI.

Es un proyecto ideado por Luxrobo y lanzado al mercado entre los años 2016 y 2017 por un precio de 69$ la caja básica de módulos, consiste en un conjunto de módulos que realizan funciones básicas y específicas, cada uno, y que se unen entre sí para formar un robot modular más complejo mediante una conexión magnética. Además, puede ser controlado mediante una APP desde el propio teléfono móvil vía Bluetooth.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Módulos MODI. Imágenes obtenidas de www.kickstarter.com | |

### LEGO MINDSTORM.

Por último, aunque no es un ejemplo de robótica modular, sí que ejerce un buen caso de acercamiento de la robótica al público, externo en la materia. Este es un proyecto lanzado por LEGO desde el año 1998 con el objetivo de alcanzar el mundo de la robótica y electrónica a un público más amplio.