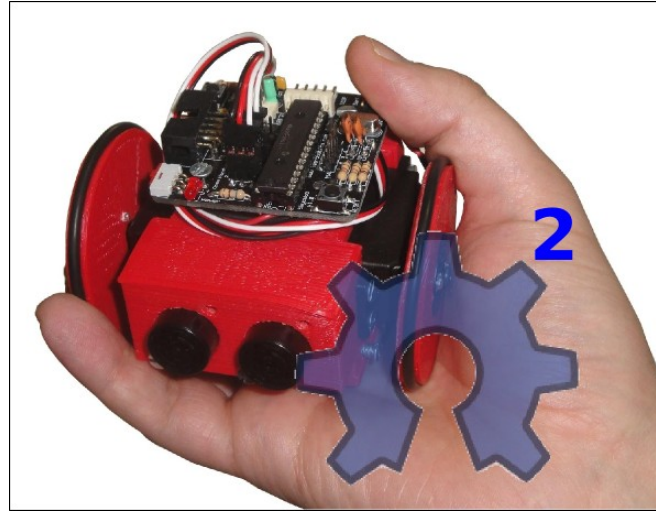


# Robots Libres e Imprimibles

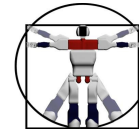


Juan González-Gómez y Alberto Valero Gómez,



**Robotics Lab**

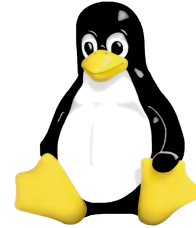
Universidad Carlos III de Madrid



## Índice

1. **Introducción**
2. Miniskybot
3. Robots derivados
4. Plastic Valley UC3M!
5. Conclusiones y trabajos futuros

# Modelo “Open source”



- El modelo *open source* funciona

- Modelo distribuido, con alcance mundial



- Miles de personas cooperando

- Aparición de comunidades

- Herramientas: repositorios, wikis,...

- Patrimonio tecnológico de la humanidad

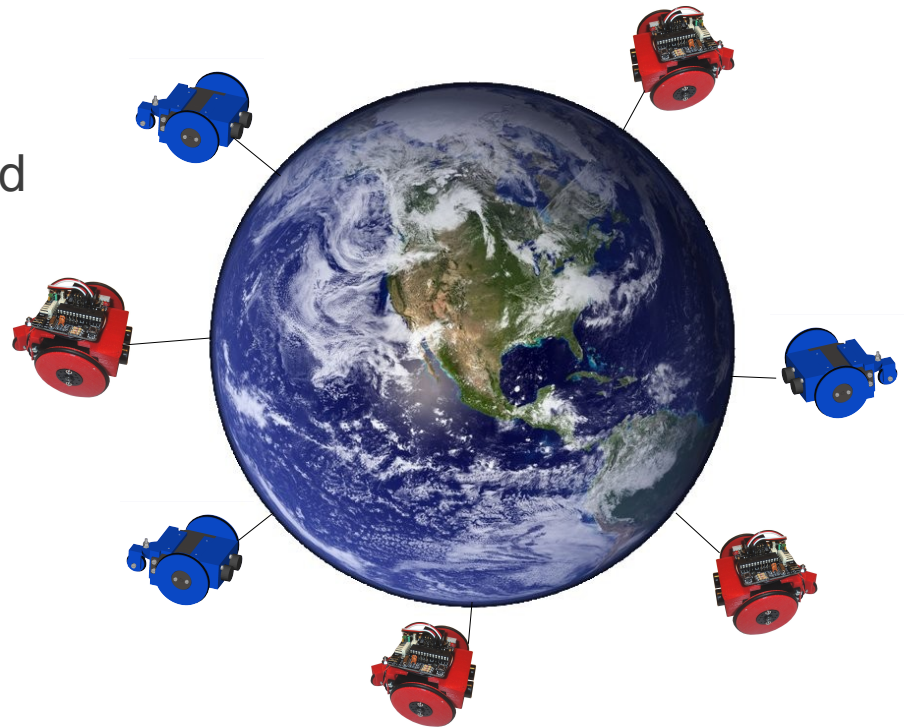


# Robótica Libre (I)

**¿Por qué no aplicar este modelo a la robótica?**

## **Ventajas:**

- Robots desarrollados por la comunidad
- Compartidos por Internet
- Robots que evolucionan
- ¡Emergencia de diseños asombrosos!



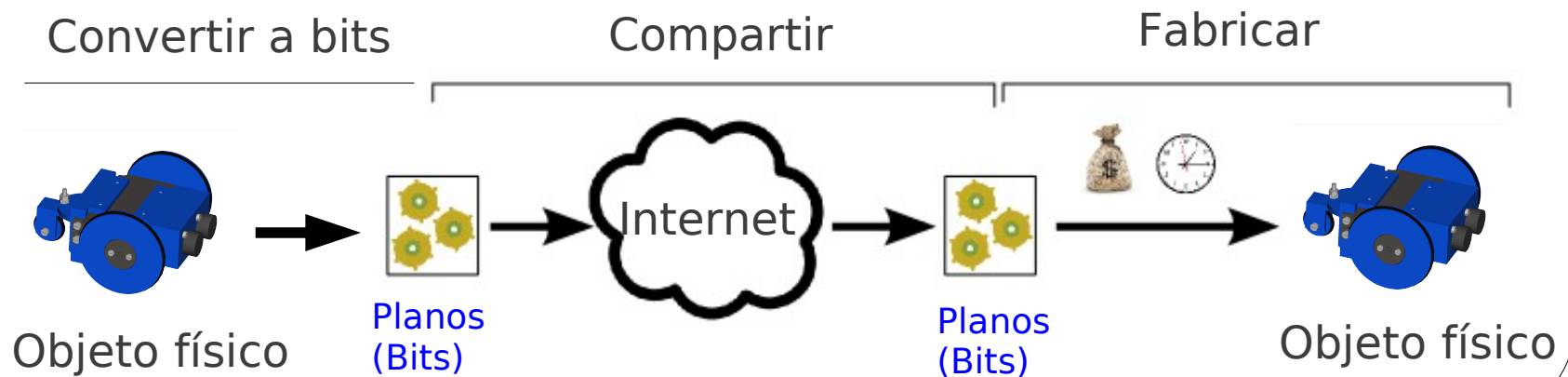
# Robótica Libre (II)

## ¿Cómo lo aplicamos?

### Problemas:

- Los robots son **objetos físicos** y no “bits” como el software
- Se necesita **tiempo** y **dinero** para duplicar un objeto físico

### Enfoque:

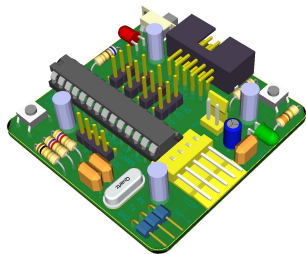


# Robótica Libre (III)

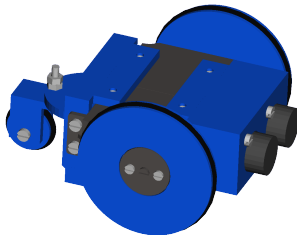
- **Robot Libre:** Aplicamos las 4 libertades software libre a los **planos** del robot: **Mecánica**, **electrónica** y **software**

## Robot físico

Software



Electrónica

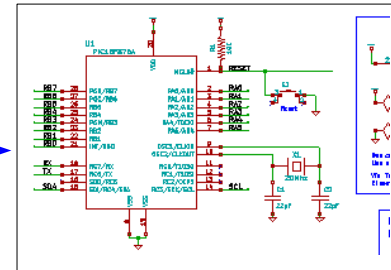


Mecánica

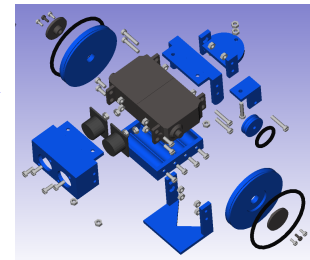
## Robot Libre

```
void timer0_delay(unsigned char t0ini)
{
  //-- Dar valor inicial del timer
  TMR0=t0ini;
  //-- Flag de interrupcion a cero
  T0IF=0;
  //-- Esperar a que transcurra el tiempo
  indicado
  while(T0IF==0);
}
```

Programa



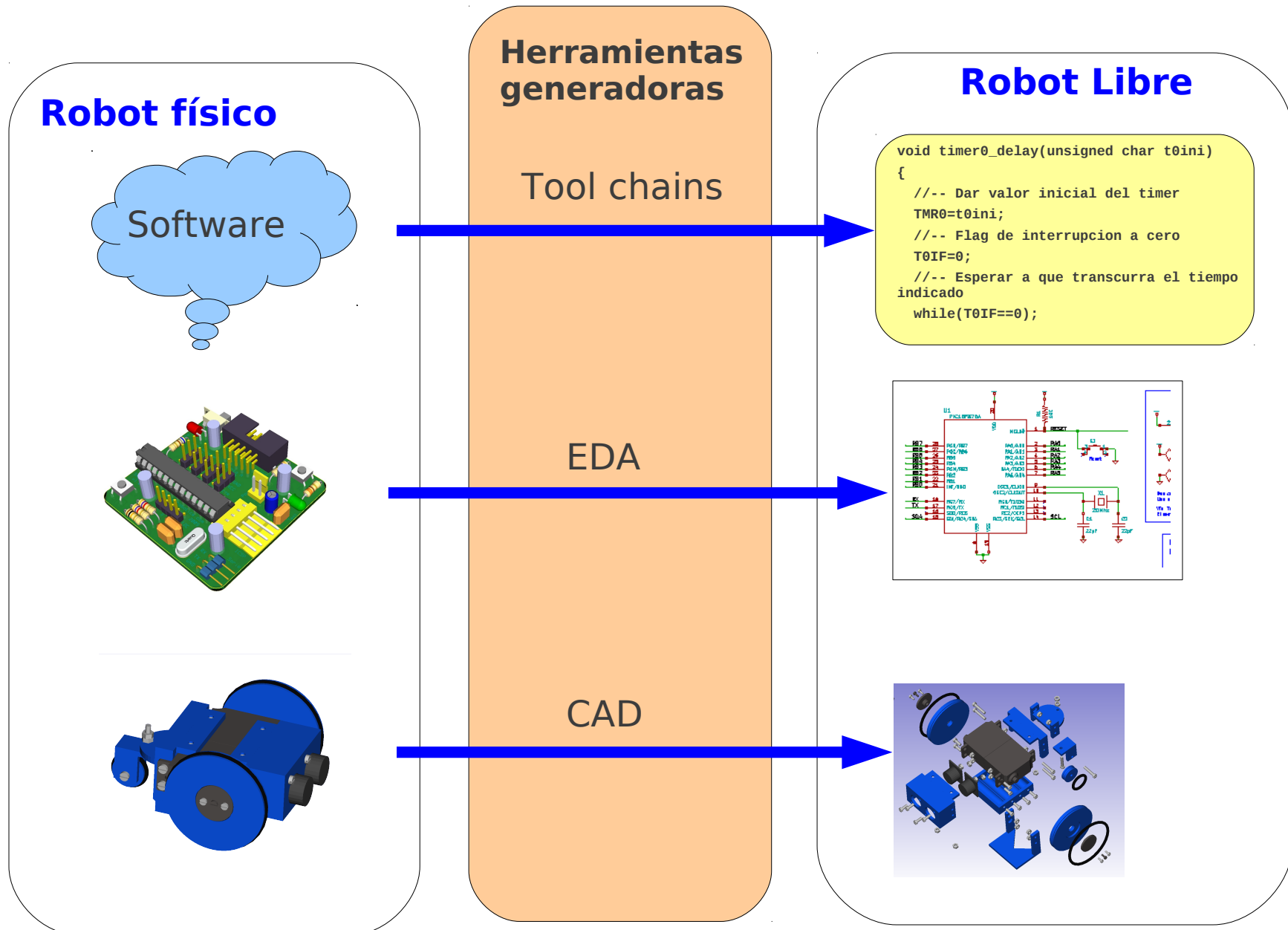
Planos  
eléctricos



Planos  
mecánicos

# Robótica Libre (IV)

- **Robot Libre:** Son necesarios los ficheros “fuente” de los planos



# Herramientas generadoras (I)

**¡Las herramientas generadoras imponen restricciones a la compartición!**

- Pago de licencias
- Gratis, pero...
  - Funcionalidad limitada
  - Restricciones en el uso
- Restricciones en el Sistema Operativo
- Planos en formatos propietarios



# Hardware libre<sup>2</sup>

- El hardware libre lo podemos clasificar en:

## Hardware libre



- Panos libres
- Software propietario

## Hardware libre<sup>2</sup>

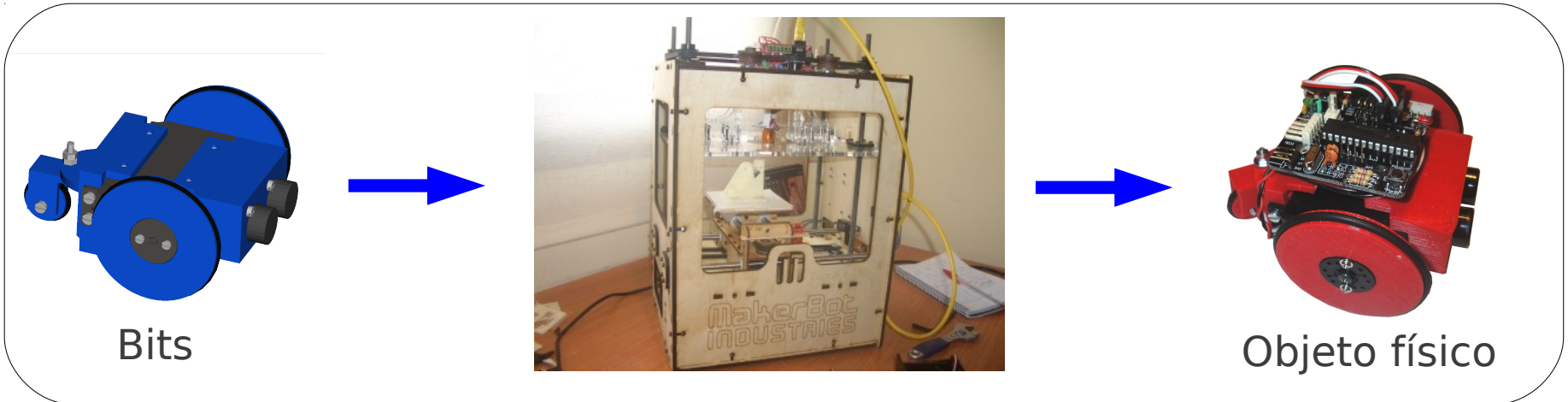
2



- Panos libres
- Software Libre

# Fabricación con impresoras 3D open source

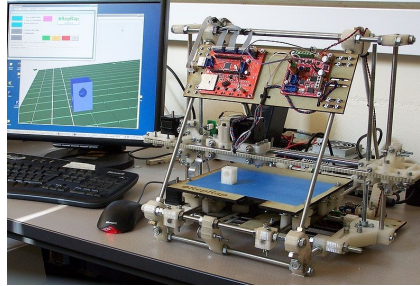
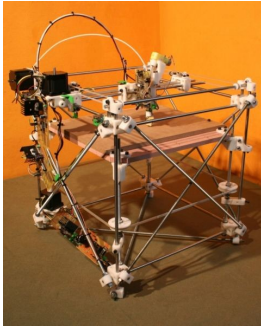
- **Impresora 3D:** Dispositivo que construye objetos físicos a partir de bits



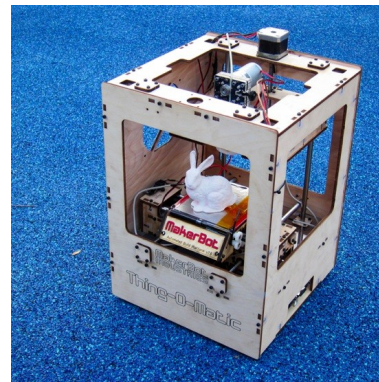
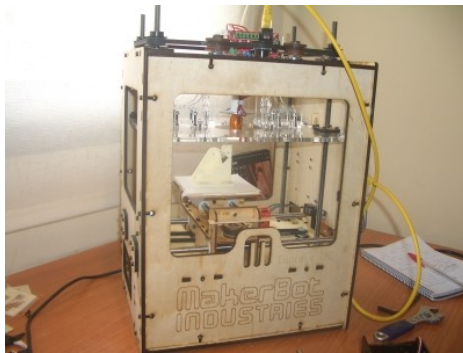
- **Coste:**
  - Propietarias: 12.000€ - 60.000€
  - Open source: **350€ - 2.000€**
- **Material:** Plástico: ABS(26€/kg), PLA(29€/kg)

# Impresoras 3D Open source

- **Reprap project:** Máquina auto-replicante (2005)



- **Makerbot:** Comercializan impresoras 3D open-source (2009)



- **Thingiverse:** Sitio para compartir objetos físicos (2009)



# Robots para educación

- Nuestros robots tienen las siguientes características:

## Libres

Diseño disponible para que cualquiera lo pueda **usar, estudiar, modificar, distribuir, fabricar o vender**

## Imprimibles

Se pueden fabricar utilizando una impresora 3D open-source

## Herramientas libres

Se ha diseñado exclusivamente utilizando **herramientas libres**. Esto garantiza que no hay restricciones en su modificación, compartición o fabricación.



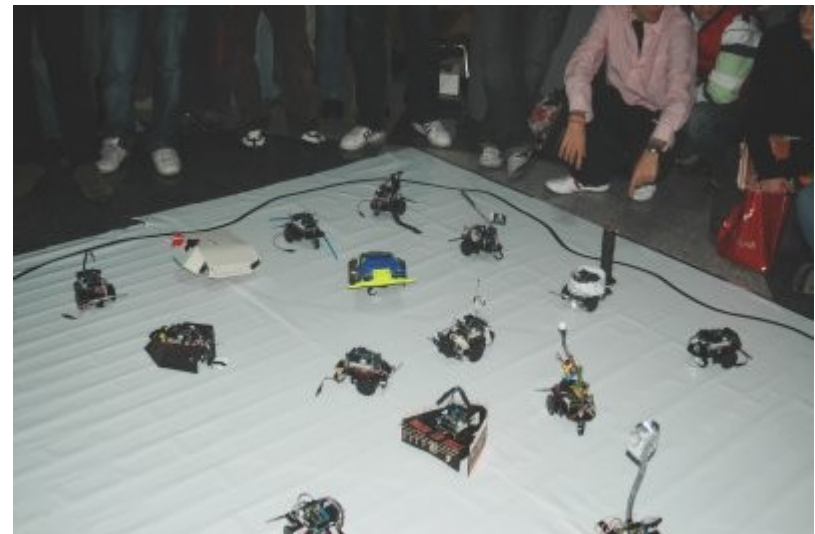
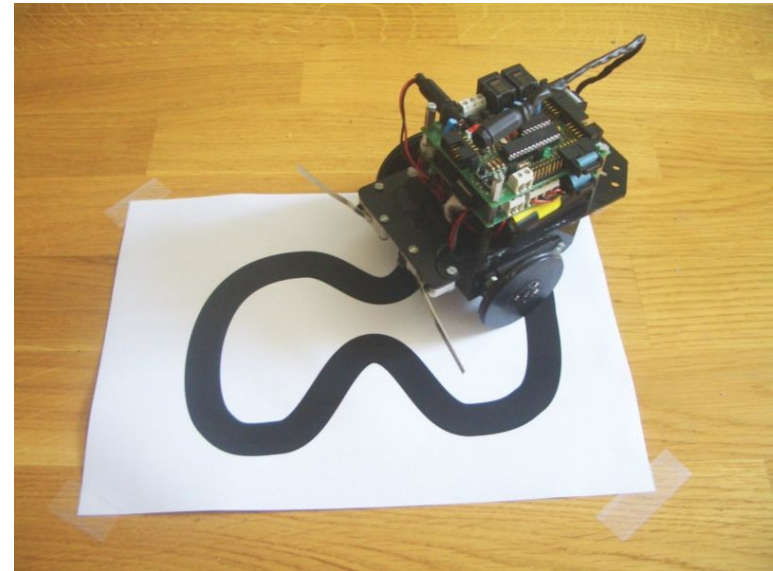
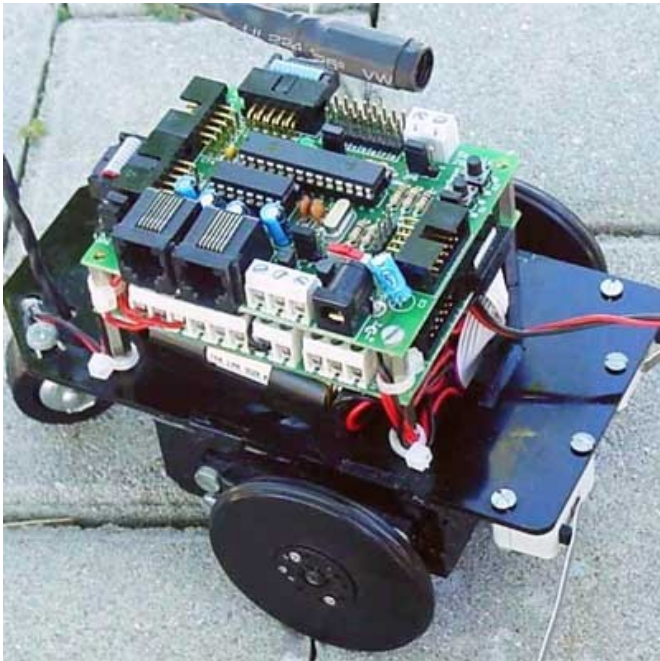
## Índice

1. Introducción
2. **Miniskybot**
3. Robots derivados
4. Plastic Valley UC3M!
5. Conclusiones y trabajos futuros

## Robots previos: Skybot

<http://goo.gl/cOVYx>

- Robot libre (NO imprimible)
- Creado en 2005
- Piezas cortadas por láser
- Microcontrolador: PIC16F876A
- Los estudiantes **NO** han evolucionado la mecánica

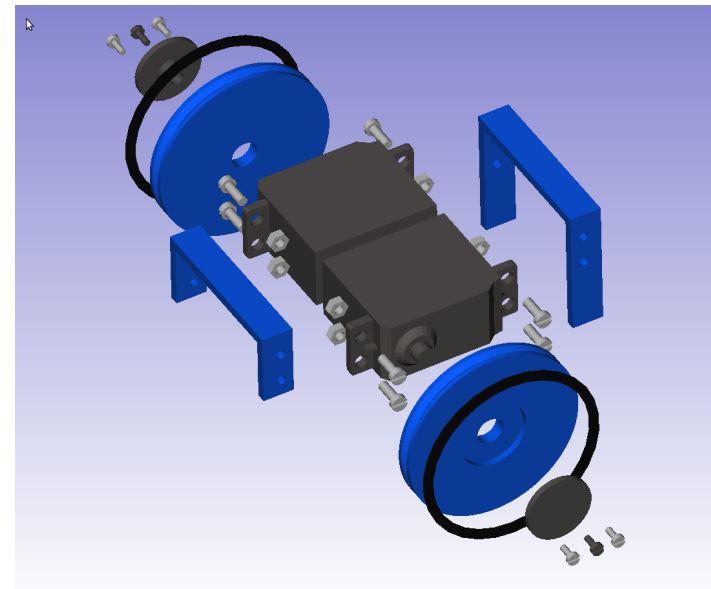
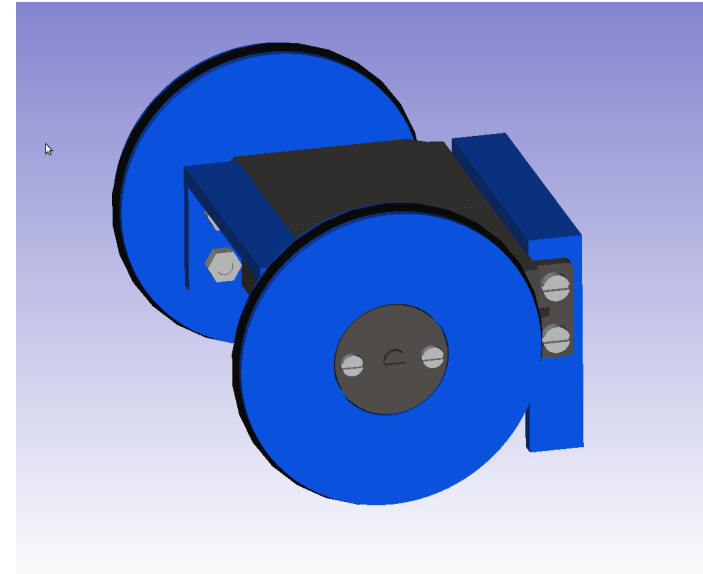
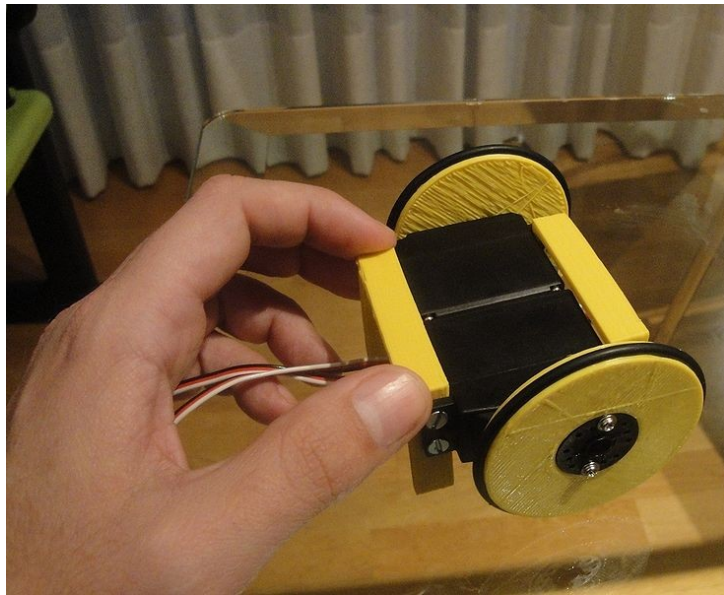




# Miniskybot 0.1: “hola mundo”

- Aprender impresión 3D
- Viabilidad de robots imprimibles
- Chásis mínimo para estimular a los estudiantes
- ¡Que comience la evolución!

<http://www.thingiverse.com/thing:4954>

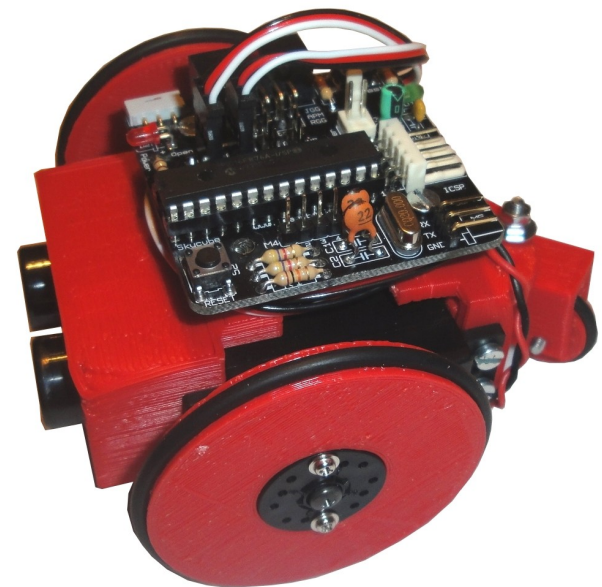
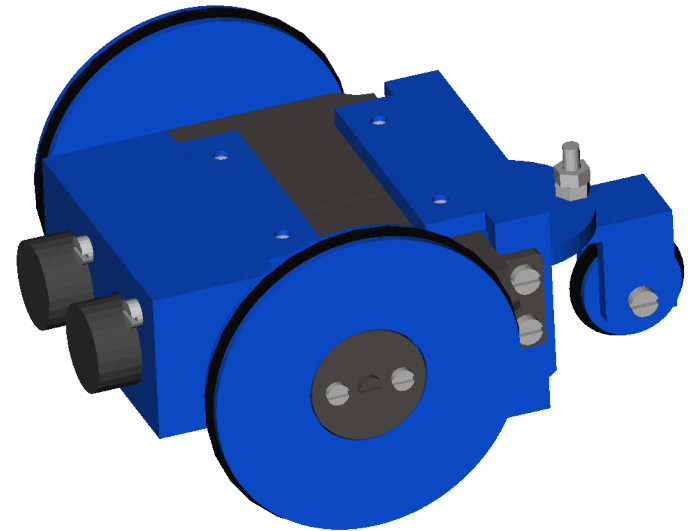


# Miniskybot 1.0

Video 1

- Robot diferencial con rueda loca
- Robot completo: chasis + electrónica + pilas + sensores
- Los estudiantes lo pueden modificar fácilmente

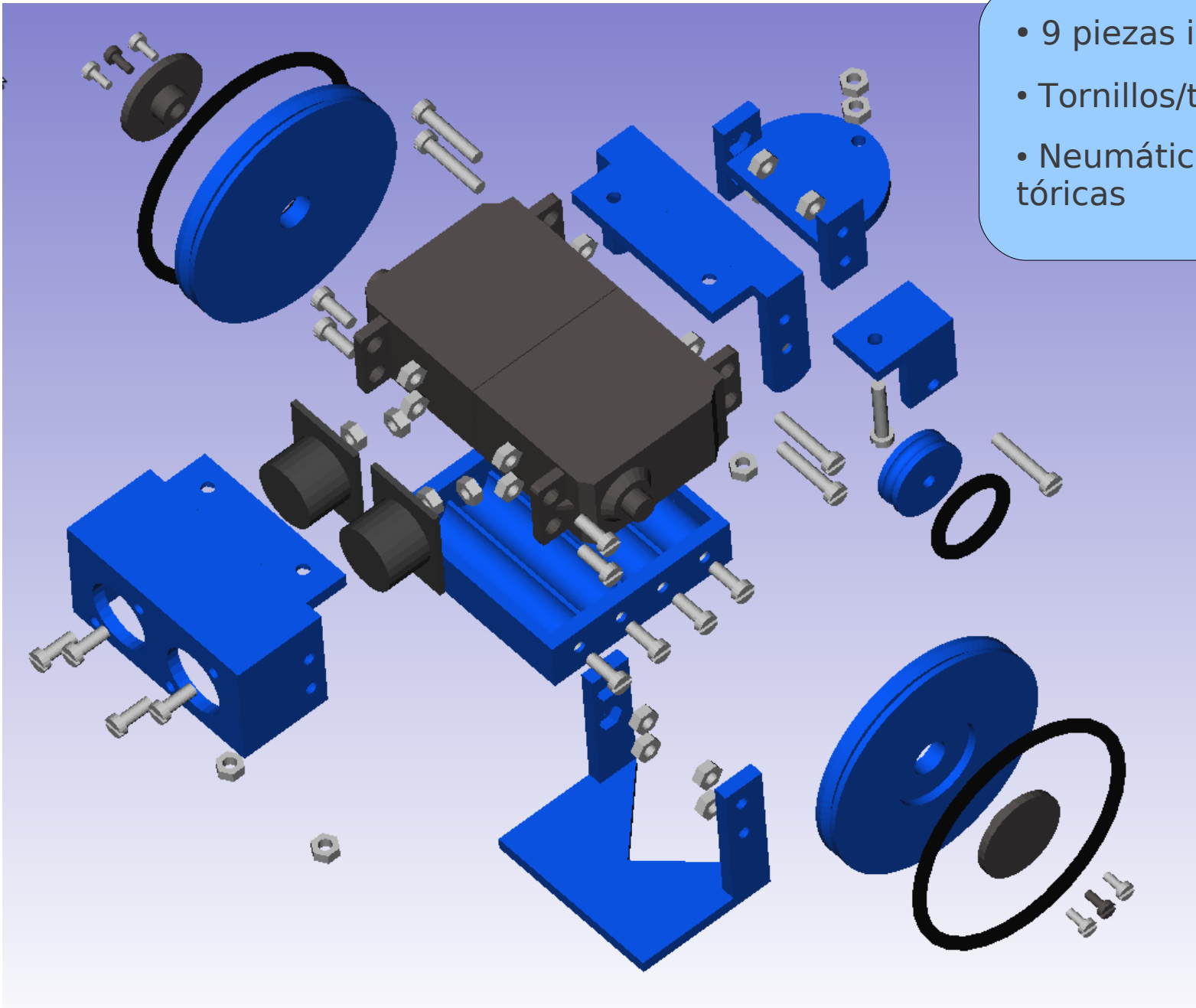
<http://www.thingiverse.com/thing:7989>





# Mecánica

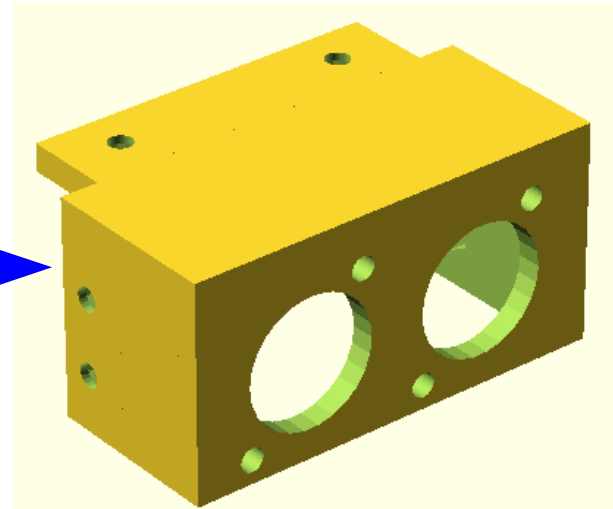
- 9 piezas imprimibles
- Tornillos/tuercas M3
- Neumáticos con juntas tóricas



# Mecánica: Herramientas Libres de diseño

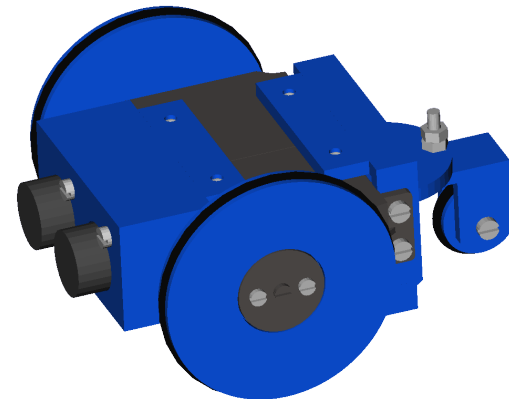
**OpenScad** • Las piezas son código que al “compilarse” genera las piezas gráficas

```
module U_front_skycube() {  
  difference() {  
    union() {  
      //-- Main part: U-piece  
      Futaba_U_union2(bottom_thick=bottom_thick,h=h);  
      //-- Ear 1  
      translate([d1_x,0,0])  
      cube(size=[ear_x-0.01,ear_y,bottom_thick],  
        center=true);  
      //-- Ear 2
```



## FreeCad

• Para visualizar el robot con todas las piezas ensambladas



# Diseño paramétrico

- Las piezas son **paramétricas**. Simplemente cambiando parámetros en el código se obtienen piezas diferentes

- Ejemplos:**

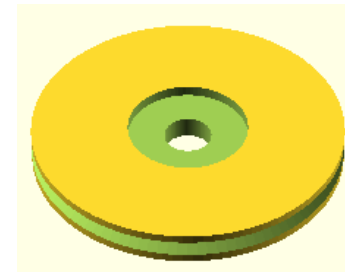
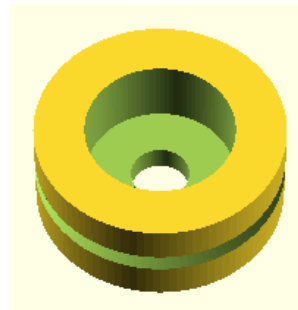
- Portapilas:

- Tipo de pila
    - Número de pilas

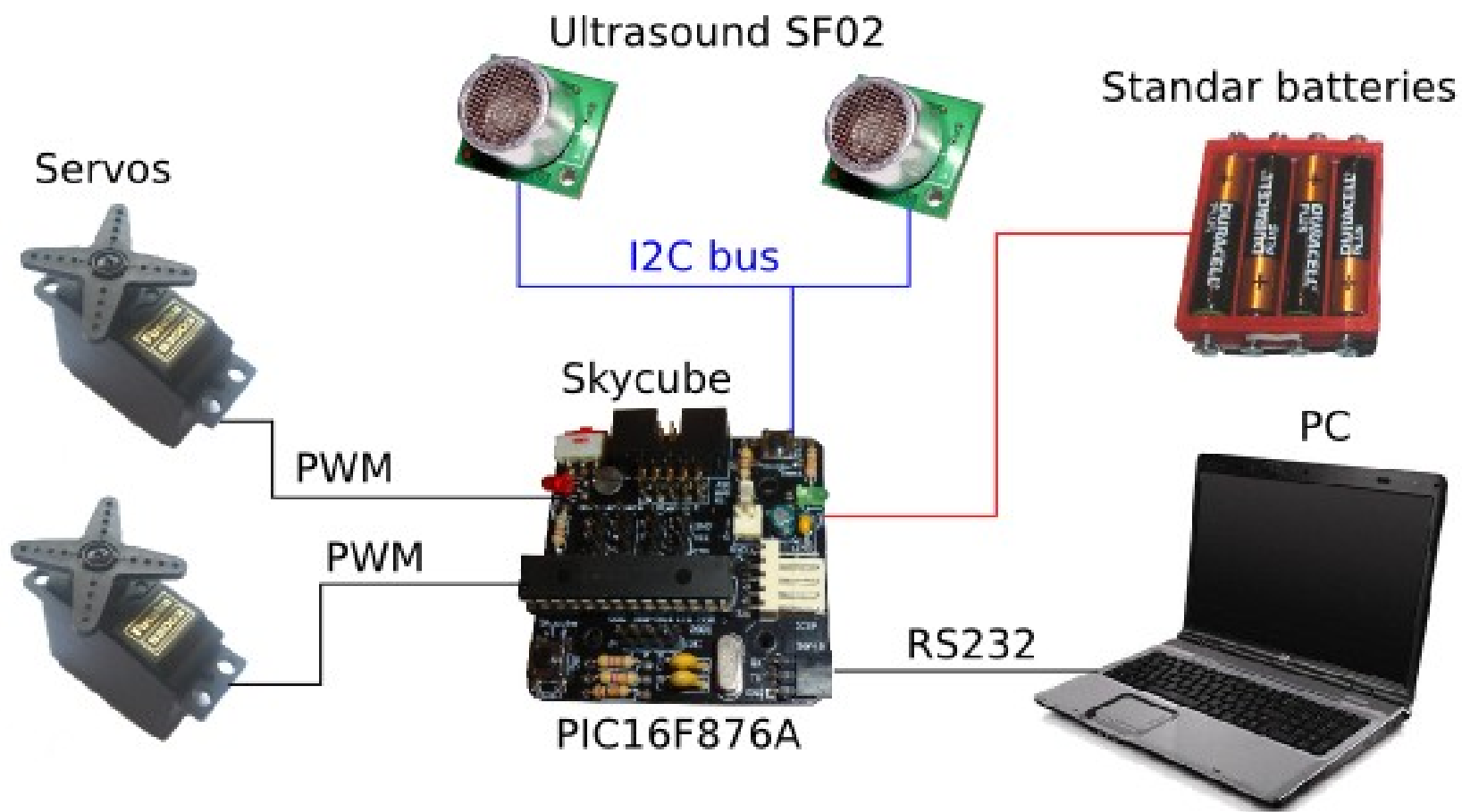


- Ruedas:

- Diámetro
    - Grosor
    - ...

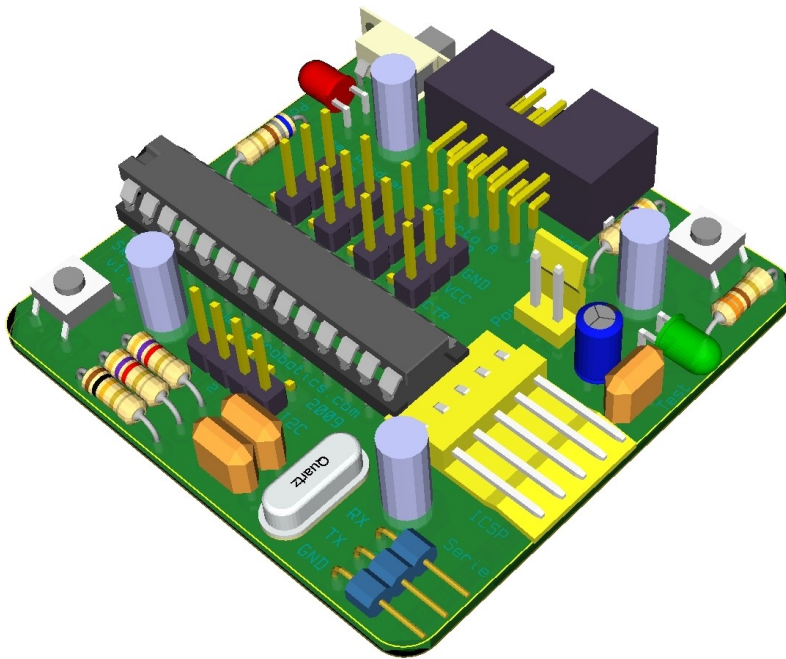


# Electrónica (I)

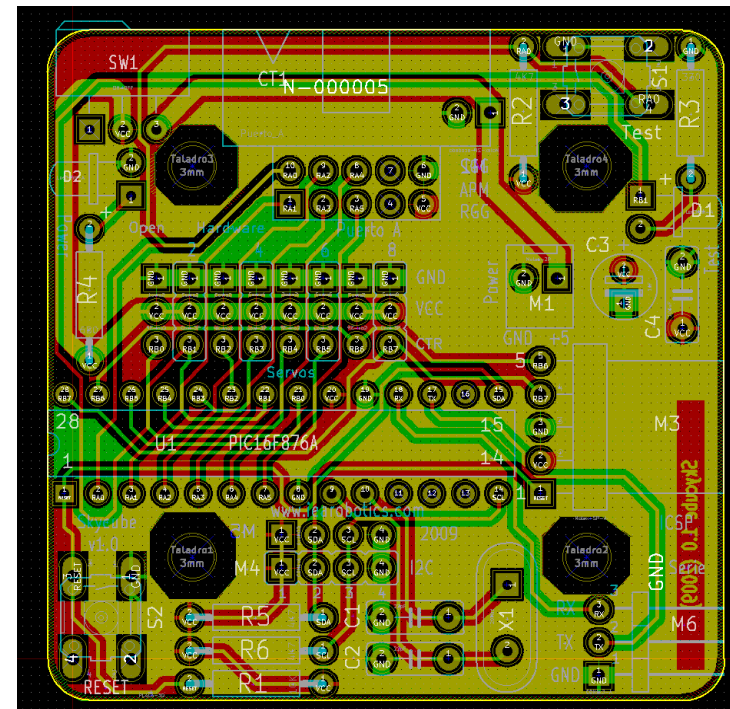
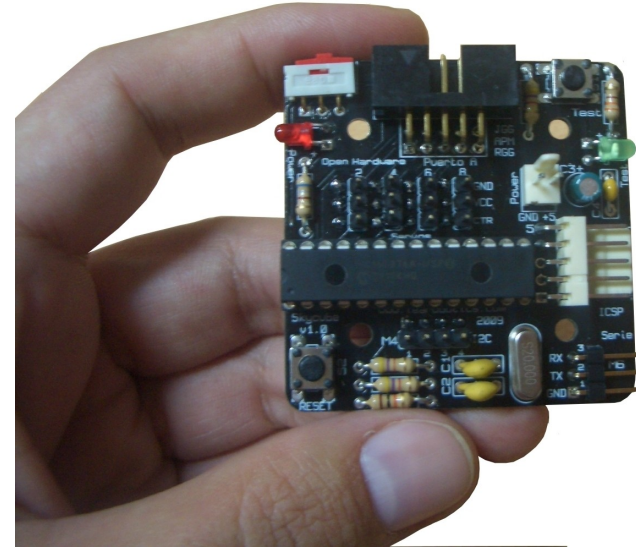


# Electrónica (II)

- Tarjeta Skycube
- Diseñada con: KICAD
- KICAD es software libre



<http://goo.gl/HAk5W>

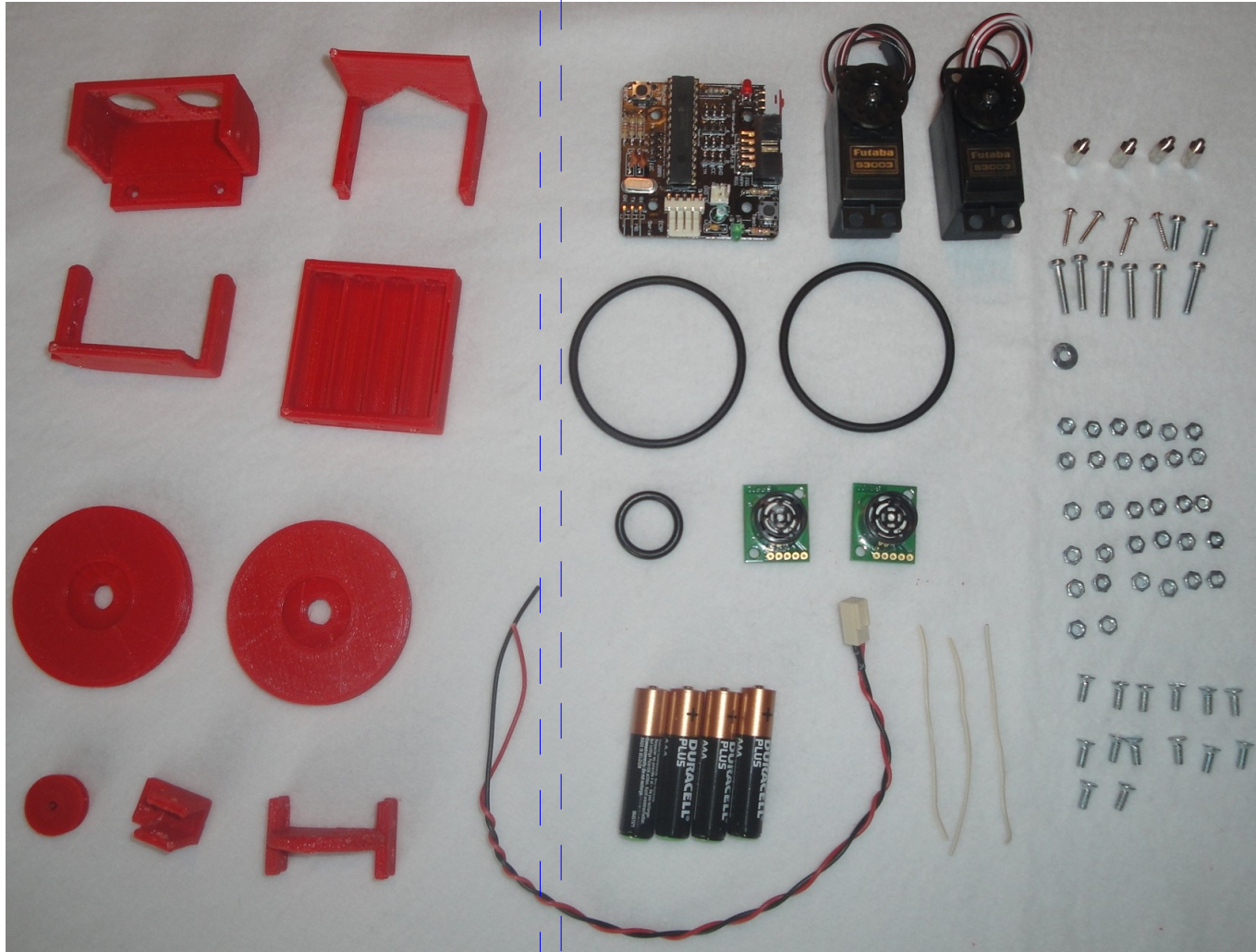




# Construyendo el Miniskybot

Piezas imprimibles

Material no imprimible



- Tiempo de impresión: 3h

# Coste

Total: 75€

<1€

25€

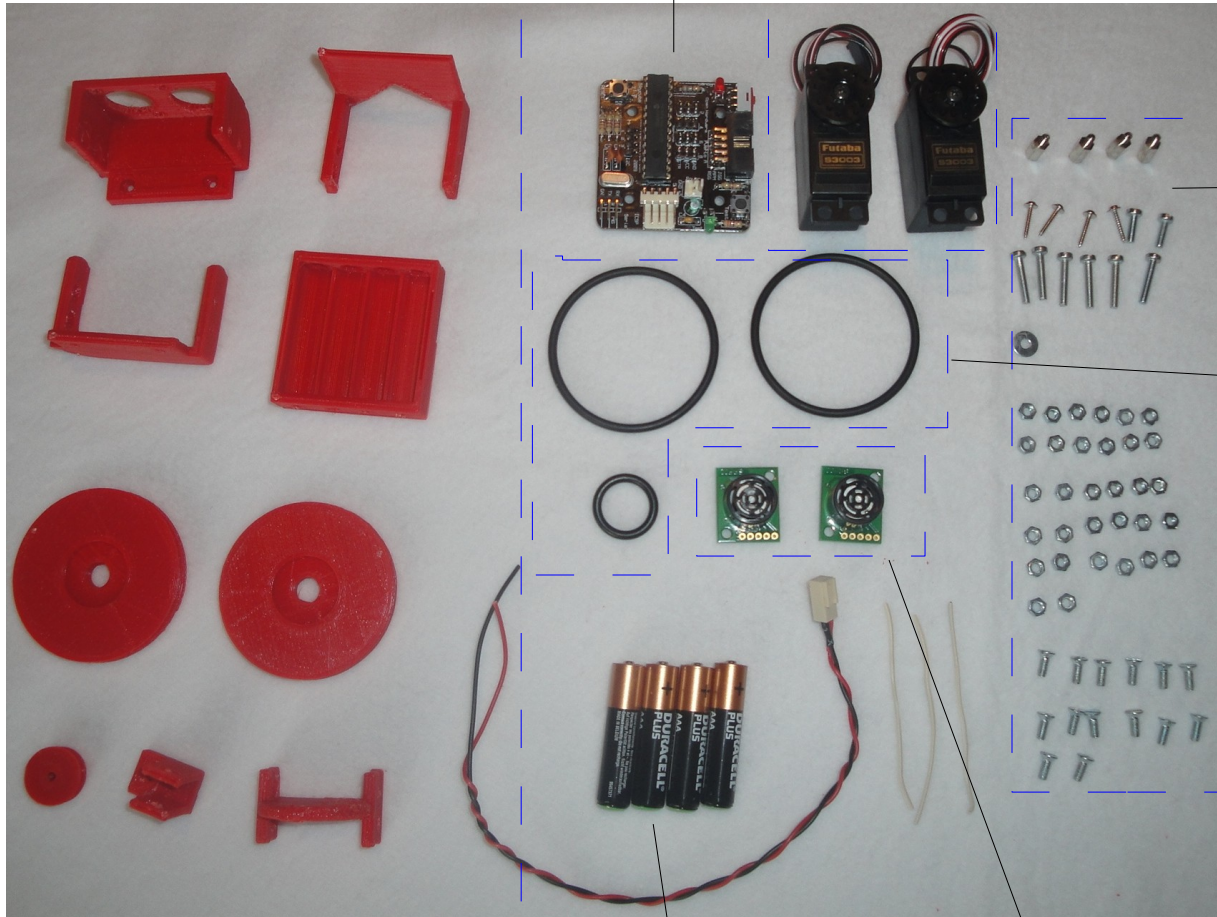
18€

2.5€

1.5€

2.5€

24€

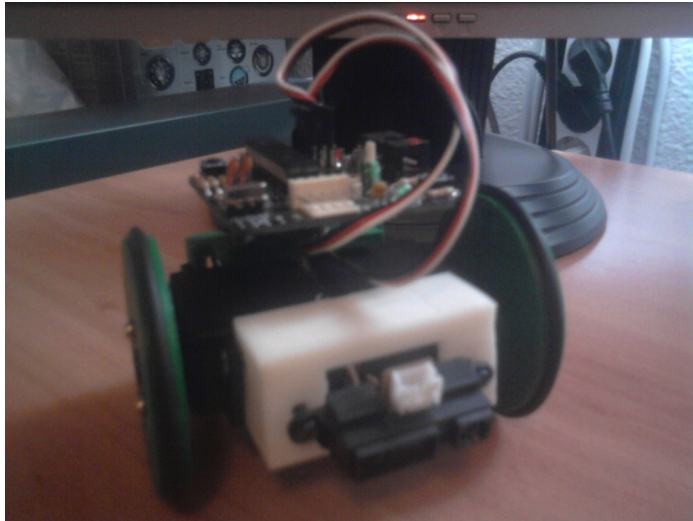


## Índice

1. Introducción
2. Miniskybot
3. **Robots derivados**
4. Plastic Valley UC3M!
5. Conclusiones y trabajos futuros



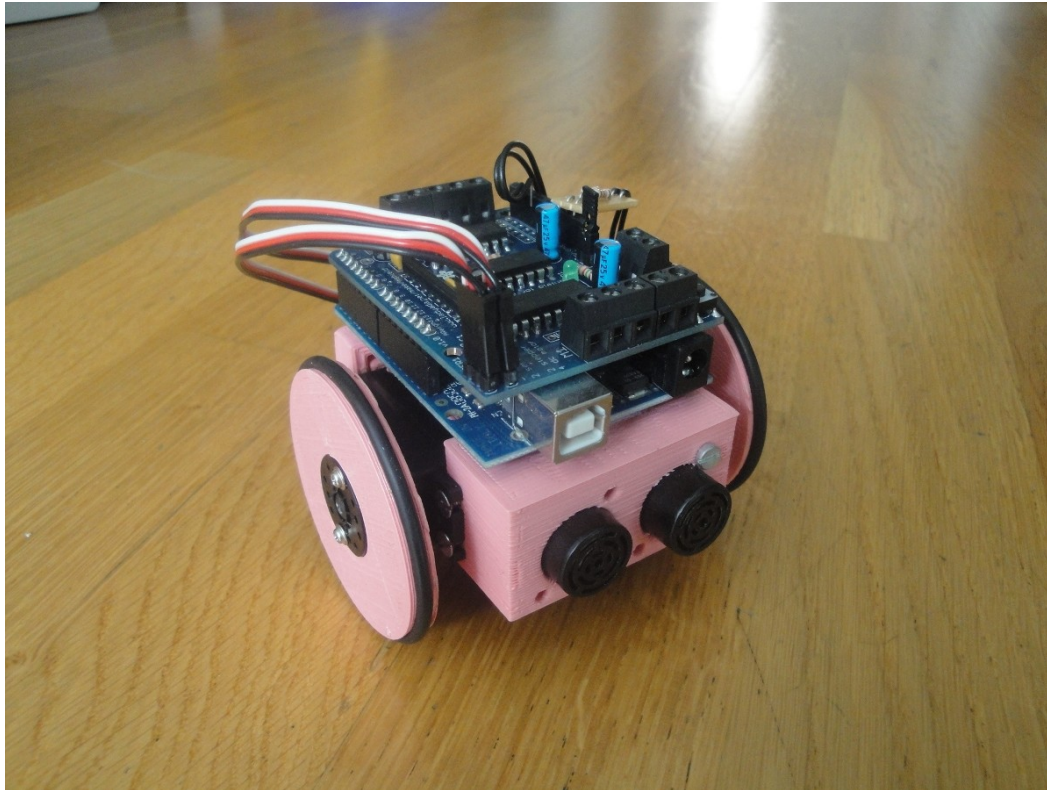
## Soporte para sensor IR



- Sensor de Infrarrojos para el Miniskybot
- Autor: **Daniel Gómez**. Estudiante UC3M

<http://www.thingiverse.com/thing:8950>

# El robot de la barbi



- Sin comentarios... 😊
- Electrónica: Arduino + escudo para motores
- Autor: **Ávaro Villoslada**. Estudiante de Máster UC3M

# Primera tele-copia del Miniskybot

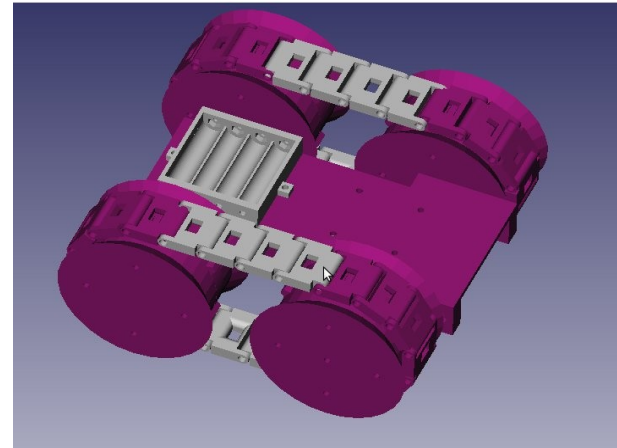
Video 2



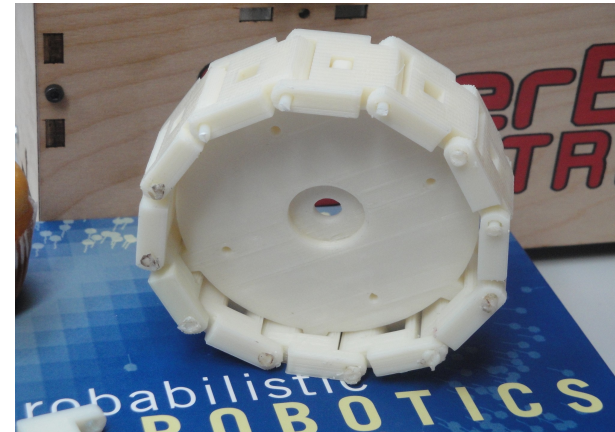
- Autor: **Cw Kreimer** (Pittsburgh, USA)
- Telecopia de Madrid a Pittsburgh

# Orugator

Videos 3-5

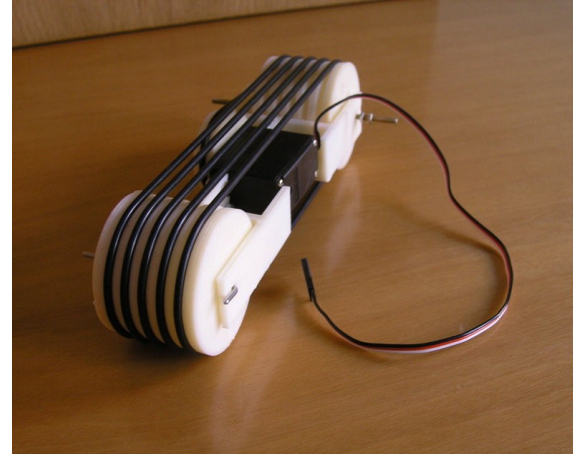
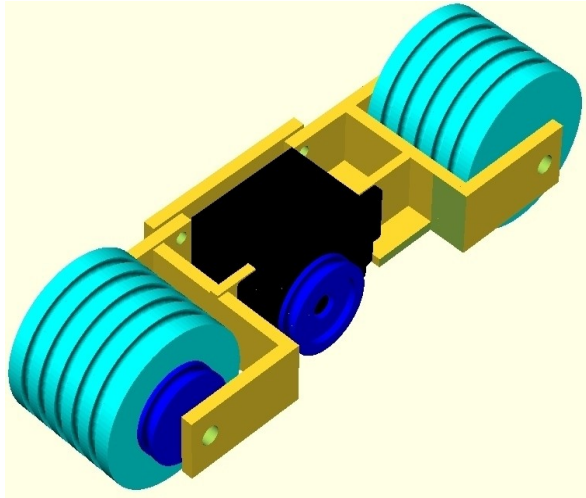


- Autores (estudiantes UC3M):
  - **Olalla Bravo**
  - **Daniel Gómez**
- Primer robot con orugas imprimibles!



<http://www.thingiverse.com/thing:8559>

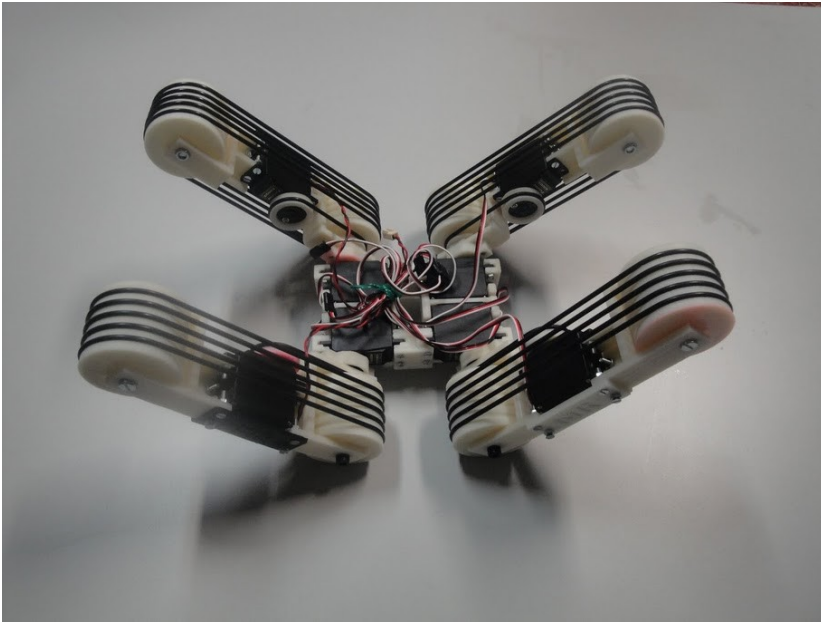




- Autor: **Jon Goitia** (Estudiante UC3M)
- Una oruga con 5 juntas tóricas en paralelo

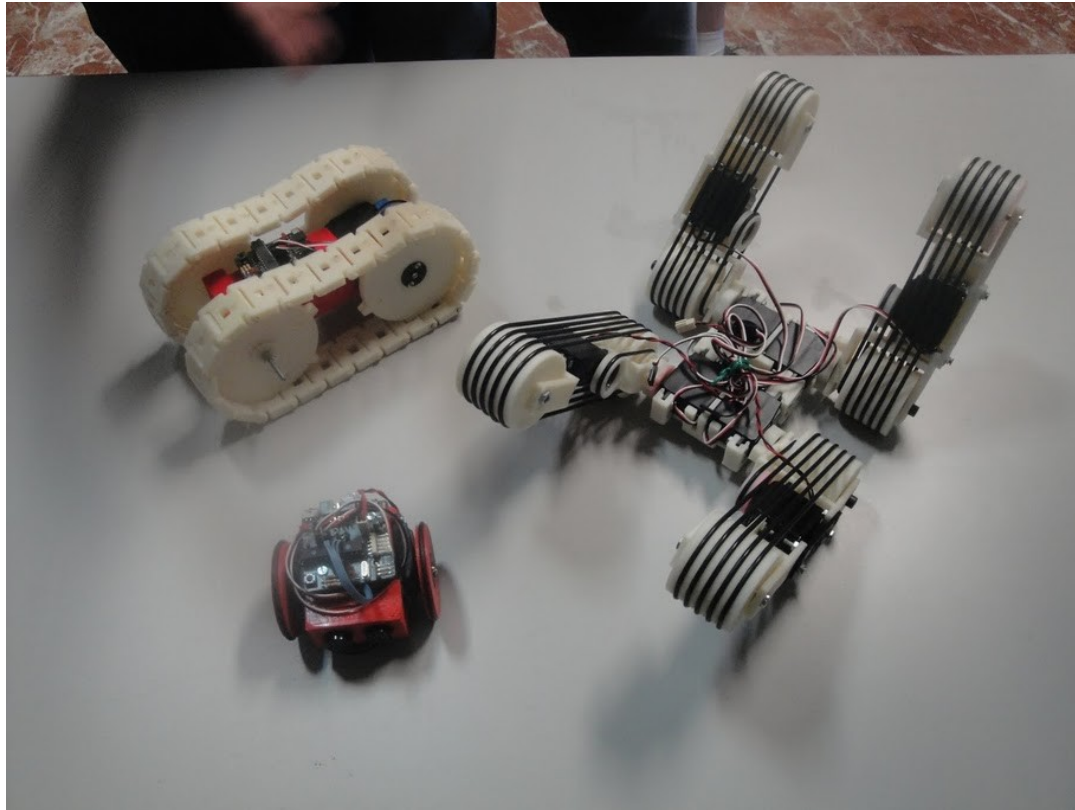
<http://www.thingiverse.com/thing:7640>

# F-track



- Autor: **Jon Goitia** (Estudiante UC3M)
- 4 Unitracks articulados!!!!

## Diversificación...



- No sólo hay evolución...
- También diversificación

## Índice

1. Introducción
2. Miniskybot
3. Robots derivados
4. **Plastic Valley UC3M!**
5. Conclusiones y trabajos futuros



# Orígenes (I)

- **Febrero 2009:** Taller de Repraps. MediaLab Prado. Madrid



Adrian Bowyer  
(Reprap)



Zach Smith  
(Makerbot)

## Orígenes (II)

- **Mayo 2009:** Nuestra **Makerbot** está funcionando

Makerbot número 8 en el mundo! 😊

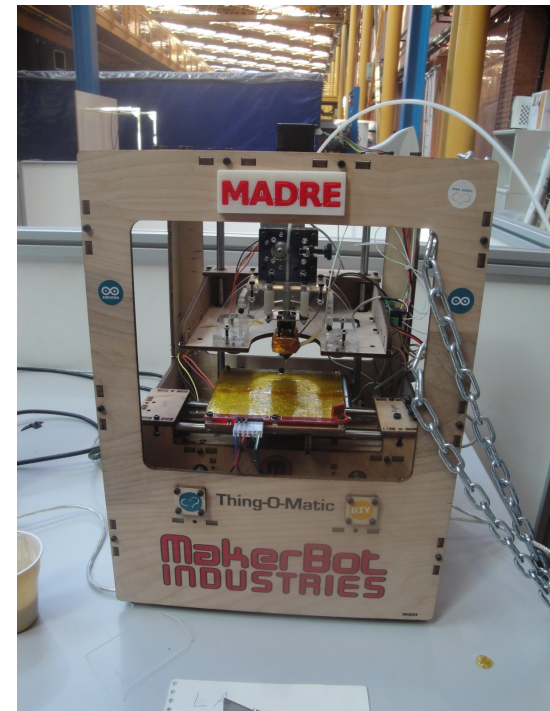


Ricardo Gómez, Andrés Prieto-Moreno y Juan González






# MADRE

- **Grupo de Impresoras 3D** de la asociación de Robótica de la UC3M
- Compramos una Makerbot (Thing-o-matic)
- **Mayo 2011:** MADRE imprimió su primera pieza

<http://goo.gl/MGRuf>



# Los operadores

Operadores autorizados				
 1) Sergio Vilches	 2) Alberto Valero	 3) Olalla Bravo	 4) Juan Gonzalez	 5) Daniel Gómez
 6) Jon Goitia	 7) Ruy García	 8) Concha Monje	 9) Martin Stoelen	 10) Fernando Cardes
 11) Carla González	 12) César Arismendi	 13) Arturo Vera García	 14) Julian Caro Linares	15) Raúl Martín
16) Alejandro Escalante	 17) Javier González-Quijano	 18) Juan G. VÍctores	 19) Ramón Barber	20) Marco Esteban Illescas
 21) Igor de Miguel Andrés	22) David Lónchez López	23) Mario Acevedo Aguilar	 24) Helena Lázar García	25) Wilfredo Marín
26) Jose Hevia	27) Álvaro Villoslada	28)	29)	30)

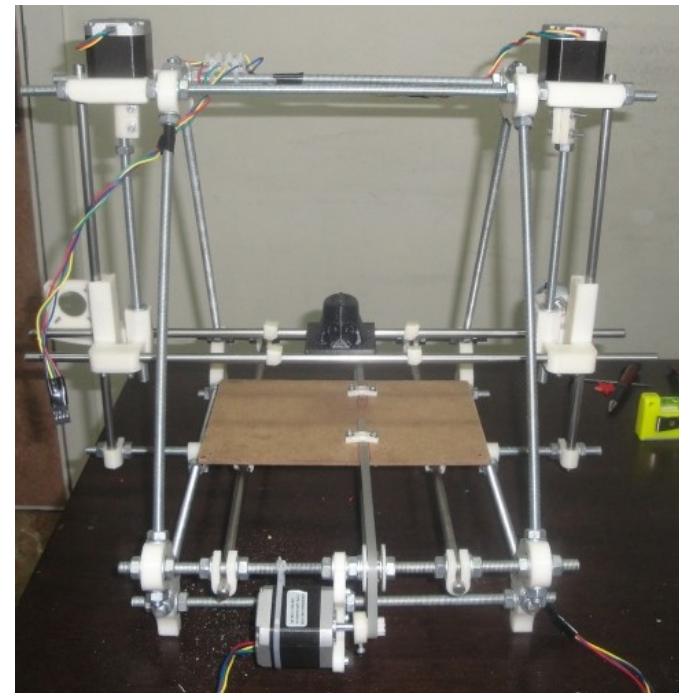
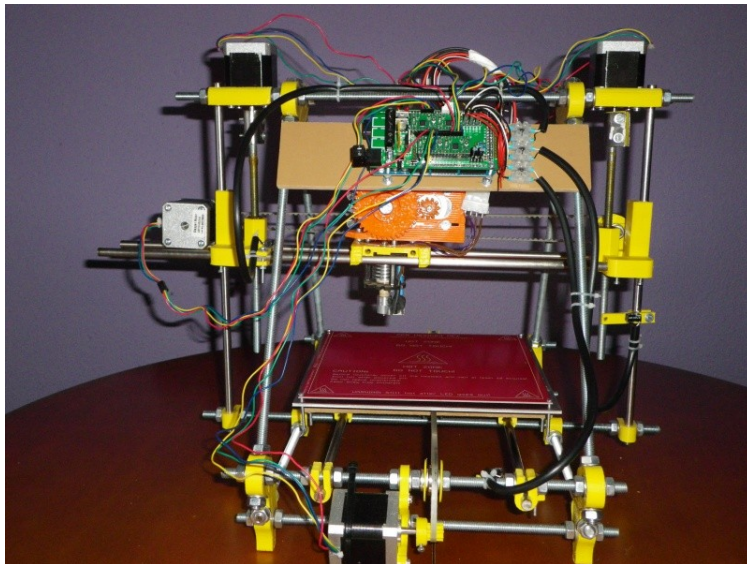
- 27 Operadores registrados (muchos más “piratas”) 😊
- Todo el mundo tiene acceso a la impresora 3D
- Los operadores pueden formar otros operadores



# Los Clones

- **Proyecto Clone wars:** Imprimiendo impresoras
- Las piezas se imprimien en MADRE
- Estamos fabricando **Repraps** (modelo **Prusa mendel**)
- Apuntados 28 grupos!

<http://goo.gl/OAQtY>



## En camino...

<http://goo.gl/EPEoR>

- Hay 40 operadores más en camino ...
- Alberto Valero ha propuesto el **MARS Challenge!**



- Propuestas de PFC y trabajos tutelados
- Incluir seminarios en el Máster de Robótica de la UC3M
- ... y **PADRE** está en camino: Otra Makerbot más 😊


## Índice

1. Introducción
2. Miniskybot
3. Robots derivados
4. Plastic Valley UC3M!
5. **Conclusiones y trabajos futuros**

# Conclusiones

- Los robots libres e imprimibles funcionan
- Telecopia, evolución y diversificación
- Sí es posible que aparezcan comunidades de desarrollo de Robots
- Geniales para actividades educativas

## Trabajos futuros

- Sacar adelante todas nuestras propuestas 
- **OOML**: Object Oriented Mechanics Library:

### Mecánica orientada a Objetos

<http://iearobotics.com/oomlwiki>

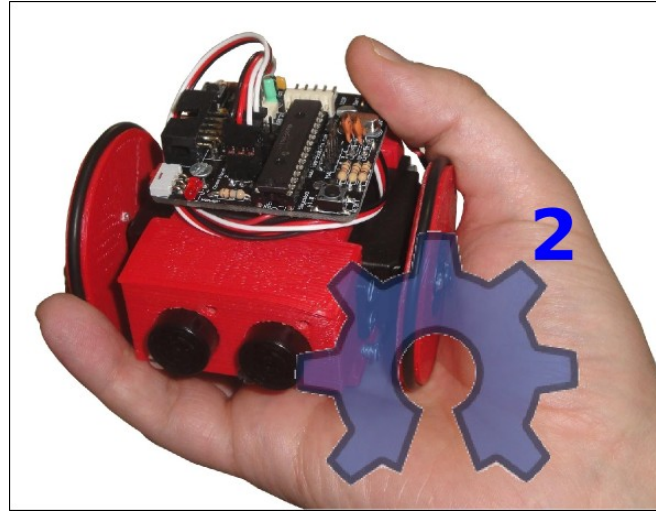




**Que el plástico os acompañe...**

**¡Muchas gracias!**

# Robots Libres e Imprimibles



Juan González-Gómez y Alberto Valero Gómez,



**Robotics Lab**

Universidad Carlos III de Madrid

