



**UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y  
GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA  
(UAITIE)**

**“CONVOCATORIA 2019”**

**IV PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA**

***Diseño y construcción de un Robot Humanoide***

**AUTORES:**

Javier Domínguez Bech

Inés Luque Nieto

Jorge Fernández Arias

Silvestre Fernández Blázquez

Alejandro García Gómez

Ángel Márquez Rodríguez

Antonio Moreira Ferrera

Alejandro Pascual Araujo

Rafael Puelles León

Ángel Luis Vázquez Galán

Benito Venegas Cruz

**BLOQUE TEMÁTICO:**

Atención a la Discapacidad y Urbanismo Inteligente

Diseño Industrial

**NIVEL EDUCATIVO:**

2º Bachillerato

**COORDINADOR:**

Daniel Pozo Bernal

Marzo 2018

## 1. RESUMEN

Según el [Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre](#), la accesibilidad universal es la característica que deben cumplir los entornos, bienes y servicios para permitir que todas las personas puedan utilizarlos y disfrutarlos. Una buena accesibilidad es aquella que facilita la vida a las personas que tienen movilidad reducida o algún tipo de limitación sensorial. El espacio ha de ser accesible, funcional, seguro y garantizar su utilización autónoma y cómoda para las personas con movilidad reducida. Cuando hablamos de usabilidad nos referimos a la facilidad con que las personas pueden utilizar un producto o sistema. La usabilidad es una condición necesaria, pero no suficiente para ofrecer una buena accesibilidad.

Nuestra propuesta ha sido la de diseñar y construir un robot humanoide que de alguna manera pueda facilitar la vida de personas dependientes, aunque una vez puestos, hemos llegado a la conclusión de que las necesidades que podría llegar a satisfacer son muchísimas más, y que por ello, nuestro proyecto podría llegar a encajar en dos bloques temáticos diferentes en este concurso, “Atención a la Discapacidad y Urbanismo Inteligente” y en “Diseño Industrial”, aunque como tenemos que elegir uno, elegimos el primero.

Partiendo de un servomotor(Quimat Servo Digital 20Kg.cm), los estudiantes tenían que diseñar e imprimir en 3D, todas las piezas necesarias para la construcción del robot, usando un software adecuado ([Freecad](#)). Además, tras y durante la construcción, tenían que ir dotándolo de diversos movimientos y sensores, incluyendo control Bluetooth vía smartphone. Para ello, harían uso de microprocesadores Picaxe, y los lenguajes de programación de las aplicaciones [Blockly for Picaxe](#), y [APP Inventor](#).

Evidentemente el proyecto es muy ambicioso, y teniendo en cuenta el tamaño del humanoide, que consta de entre 13 y 16 servomotores, y la cantidad de cosas que hay que realizar y aprender, podemos decir que nuestro proyecto no terminará completamente hasta final de Mayo, aunque para la fecha límite de este concurso podemos ofrecer un prototipo con ciertas funcionalidades. En cualquier caso, vemos el proyecto en sí, como una gran iniciativa a la investigación tecnológica.

## 2. Palabras Clave

**Bluetooth** : es una especificación industrial para [Redes Inalámbricas de Área Personal](#) (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la [banda ISM](#) de los 2.4 GHz.

**Humanoide** : se emplea para calificar a aquello que tiene características o apariencia de un ser humano. El concepto se vincula al **antropomorfismo**, que consiste en atribuir rasgos humanos a un objeto o a un animal.

**Dependencia personal** : es la incapacidad funcional para el desarrollo de actividades de la vida diaria y para requerir ayuda para su realización. Una persona es dependiente porque no puede valerse por sí misma y necesita asistencia de alguien o de algo.

**Pensamiento lateral** : *consiste en cambiar de las pautas de pensamiento a un sistema asimétrico de formación de pautas. El pensador debe alterar las pautas en vez de seguirlas, generando de ese modo una nueva.*

**Servomotor** : *dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición.*

## 3. Índice

1. Resumen
2. Palabras clave
3. Índice
4. Proyecto (Enlace a vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=qZ6RoX3vVLY>)
  1. Objetivos
  2. Metodología
  3. Desarrollo
    - a) Diseño 3D
    - b) Programación
    - c) Un paso más
  4. Resultados
  5. Lista de materiales usados.
  6. Referencias

A continuación pasamos a la descripción del proyecto:

## 4: Proyecto

### 1. Objetivos

Como introducción al **objetivo educativo** de este proyecto, entorno en el cual sin ningún genero de dudas hay que circunscribirlo, podríamos citar a diversos autores:

- “ El mundo está desorientado, inseguro, desestabilizado”/.../”Nunca hemos tenido tanta información , y nunca ha sido tan confusa su comprensión”/-----/”A lo largo de toda la historia ha habido grandes pensadores, grandes científicos. Tal vez hoy en día, haya más de estas personas de excelencia que en ninguna otra época” (Gilles Lipovetsky, 2010, “La cultura-mundo” Editorial Anagrama)
- “¿Qué es pensar? Inhibir la respuesta (no actuar de forma compulsiva, de esquemas repetitivos, inercias), comparar, evaluar , establecer metas, iniciar , cambiar” (La inteligencia ejecutiva, José Antonio Marina, Editorial Ariel)
- “El pensamiento crítico vale para reaccionar ante lo que se pone enfrente pero no hace nada para producir propuestas” (Pensamiento lateral, Edward De Bono, 1986, Granica Ediciones)
- “La dificultad principal para el pensamiento es la confusión. Intentamos hacer demasiado al mismo tiempo. Las emociones, la información, la lógica, la esperanza y la creatividad nos agobian. Es como hacer malabarismo con demasiadas pelotas” (Seis sombreros para pensar, Edward De Bono, 2008, Editorial: PAIDOS IBERICA )
- “Sin embargo la reorientación social ha de hacerse en sociedad. Ha de aprenderse a pensar en grupo”.

Ha habido, hay y habrá, mucha gente extraordinariamente inteligente, y sin embargo , no hay más que ver las noticias, para darse cuenta de que eso no es suficiente. Necesitamos aprender a pensar grupalmente, a ponernos en lugar del otro, a prescindir de nuestros egos cuando el proyecto es común . El **objetivo educativo** de este proyecto es demostrar, como desde la escuela, la ingeniería puede ayudar a mejorar, no sólo los productos y servicios que nuestros futuros ingenieros llegarán a diseñar, sino también el nivel global de empatía del ser humano, logrando con ello una evolución significativa en la especie, y la posibilidad de tener algún día, una visión más amable de nuestro mundo.

El **objetivo principal** de este proyecto que presentamos al concurso, es el de crear un Humanoide desde cero. Partimos de un servomotor, y tenemos que diseñar para luego imprimir en una impresora 3D, todas las piezas que forman el robot. Este Humanoide , debería de tener funcionalidades que ayudasen de alguna forma al ser humano, concretamente lo queremos enmarcar en la ayuda a personas dependientes.

### 2. Metodología.



- Para comenzar , hicimos previamente un análisis de la técnica de pensamiento grupal “Seis Sombreros para pensar” del autor Edward de Bono. Esta técnica permite que los que la usan, trasciendan de su propio ego, saliendo de su rol establecido, y logra un análisis objetivo de cada idea desde varios puntos de vista. La primera decisión que tomamos el grupo de 11 alumnos fue que para ser más eficientes, nos dividiríamos en dos grupos, los cuales diseñarían por separado las mismas piezas , y luego compartirían la información obtenida semanalmente, consiguiendo así, evitar perdernos en una sola forma de solución para el proyecto, que luego nos obligaría , si no saliese de la forma esperada, a empezar de cero con menos tiempo de reacción. Cada uno de los grupos ha estado nutriendo al otro con las diferentes visiones de las piezas y la funcionalidad que esperaban del Humanoide.
- Cada grupo construirá su propio robot, llevando a cabo propuestas a veces diferentes, si no hay acuerdo, para su posterior evaluación, y luego, elección de la solución más apropiada.
- En un principio partimos de unas cuantas sesiones de formación en Freecad, tras las cuales los alumnos empezamos a tomar medidas de los motores, y los elaboramos digitalmente en el programa, tras eso ,diseñamos las piezas consensuando diferentes ideas con los compañeros, dándole especial importancia a darle voz a todos los intervinientes, no dar ninguna idea por mala, ni hacer críticas hasta un momento posterior, haciendo aportaciones a las ideas de los demás. Tras ese primer paso, luego se estudiarían las ideas generadas con el método “Seis sombreros para pensar”, realizando un análisis positivo,negativo,creativo,objetivo y emocional de cada idea, procuramos trazar su mapa del pensamiento.
- Tras el diseño de cada pieza, pasamos a su impresión en 3D y su posterior evaluación, que se haría en varias fases, ya que no sólo tiene que formar parte de una estructura, sino facilitar su movilidad al máximo.
- Como el robot es bastante grande , es posible ir acabando sus partes e ir programádas por separado.
- A la vez iremos diseñando la aplicación para el control Bluetooth.
- Además de la cámara, iremos introduciendo hasta donde nos sea posible,diversos sensores y elementos electrónicos que nos sirvan de ayuda al control del aparato(Pantalla LCD para comunicación con personas de capacidad auditiva limitada, HC-SR04 para controlar las distancias a obstáculos, acelerómetros, giroscopios,sensores efecto Hall, sensor de sonido, LEDs de aviso,zumbadores,etc).
- *Pretendemos que el proyecto no sea lineal, sino cíclico, intentando de esa forma, adoptar las mejores soluciones surjan cuando surjan, siempre que el tiempo que tengamos lo permita.*

### **3. Desarrollo.**

#### **a) Diseño 3D**

*Tras tomar medidas del servomotor del que partíamos , lo replicamos en un programa de diseño en 3D (Freecad). Tras esto, nos embarcamos en el diseño de un soporte para el servomotor, que nos permitiese añadir otro eje simétrico al eje de giro del servo, con el objetivo de usarlo como articulación en diversas partes del cuerpo del robot. Tuvimos que hacer e imprimir al menos dos diseños previos hasta dar con la solución, que mostramos en las figuras 1 y 2.*

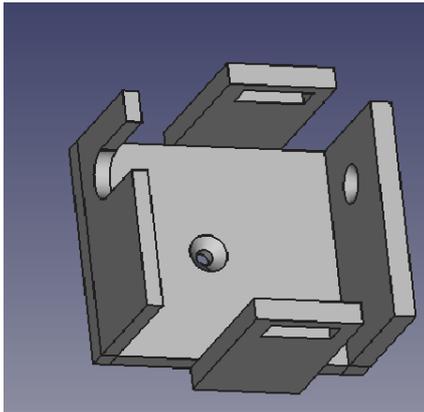


Figura1: Soporte servomotor

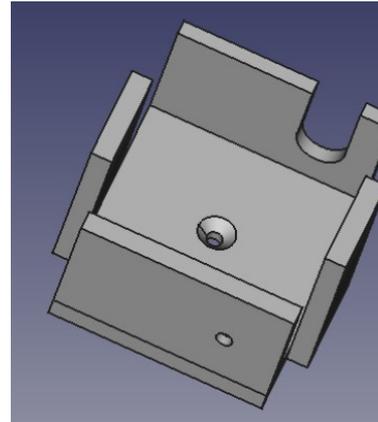


Figura2: Soporte servomotor

Podemos observar como se han diseñado dos orificios achaflanados, para que entren las cabezas de los tornillos. Además se ha complementado este soporte, con un vástago que, pasando por sus dos ranuras superiores, sujeta el servomotor de manera muy precisa para que no se mueva. En el transcurso del diseño, nos dimos cuenta de que era necesario adaptar este soporte para las extremidades simétricas del robot.

El siguiente paso que dimos, fue intentar adaptar otras piezas del robot a este

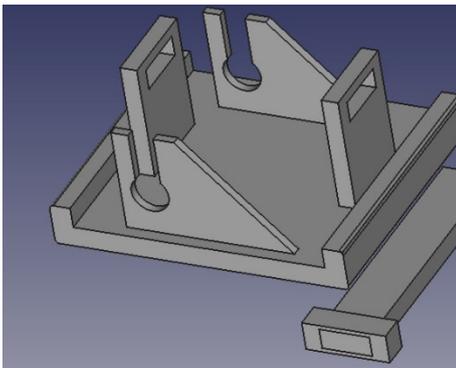


Figura 3: Pies y vástago de sujeción

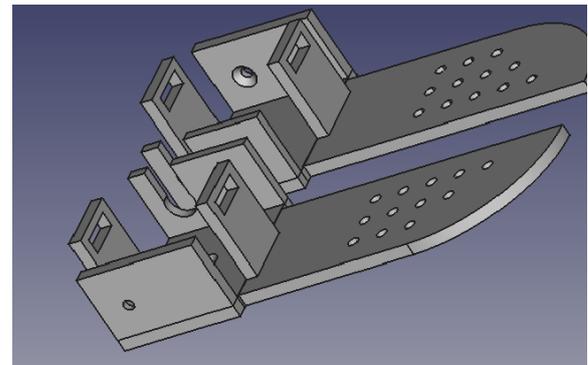


Figura 4 : Codos. Modelo 1.

soporte que ya sabíamos que nos servía. Entre otras, basamos los pies, rodillas y codos en la misma estructura. (Figuras 3,4 y 5).

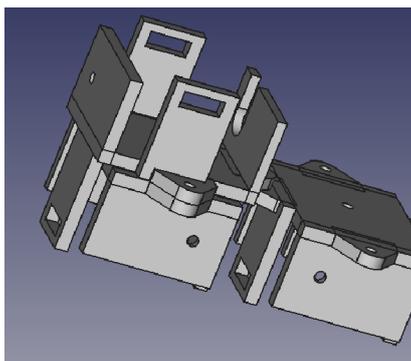


Figura 5: Rodillas

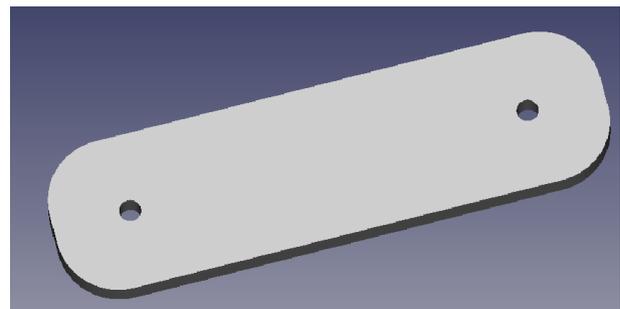


Figura 6: Fémur

Entre los pies y las caderas, diseñamos otras piezas a las que denominamos "fémur" (figura 6). Uniendo todas ellas, al final conseguimos montar casi toda la pierna ( a falta de los pies del humanoide)(Figuras 7 y 8)

Una vez diseñado el tren inferior, pasamos a los diseños de las diferentes piezas por pequeños grupos, dentro de cada uno de los dos grupos más grandes. Había por tanto dos grupos diseñando los torsos, otros dos diseñando los brazos, otros diseñando diferentes versiones de la cabeza(donde tendrían que estar incluida entre otras cosas la cámara). La estructura de la parte inferior sumo los suficientes acuerdos, y a falta de pruebas de estabilidad durante la fase de programación, se mantuvo de la forma que hemos comentado anteriormente.



Figura 7: Pierna montada



Figura 8: Otra vista de la pierna

De las dos versiones del torso, la primera se puede ver en las figuras 9 y 10.

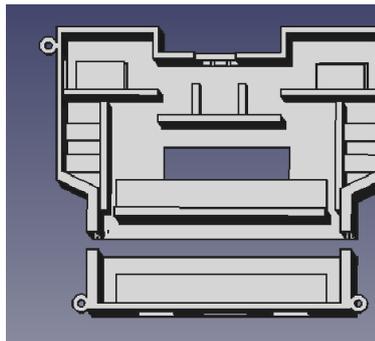


Figura 9: Versión 1 Torso

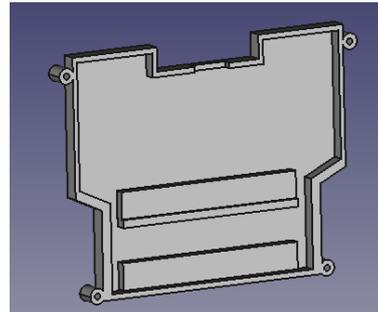


Figura 10: Versión 1 Pieza cierre

La segunda versión se puede ver en las figuras que van desde la 11 a la 14.

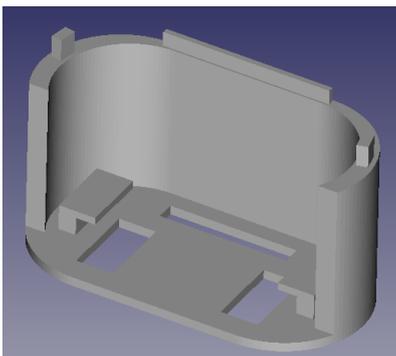


Figura 11: Versión 2 Base Torso

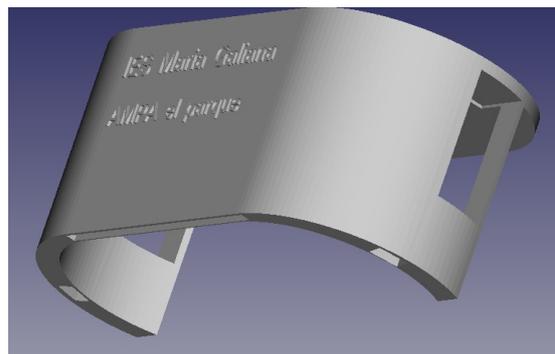


Figura 12: Techo/torso2(Logotipo IES)

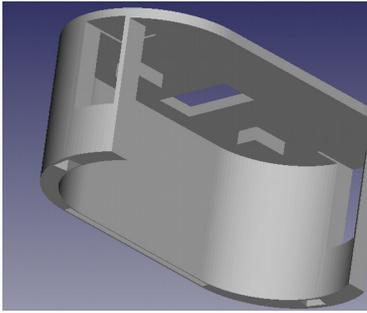


Figura 12 b: Otra perspectiva de figura 12

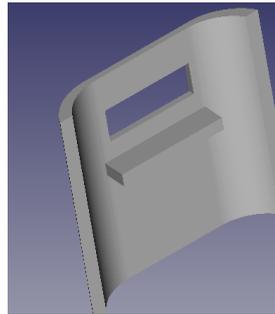


Figura 13 : Tapadera torso

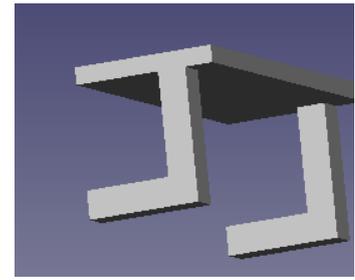


Figura 14: Soporte para baterías

Las piezas del torso en ambos casos, hubo que dividirlos en varias partes más pequeñas, con objeto de que cupieran sus impresiones en nuestra máquina, cuyo volumen máximo de impresión era de 14cmx14cmx14cm. La elección de una u otra se hará cuando podamos probar la influencia de ambas en estabilidad de los robots. Aún no nos ha sido posible, pero lo haremos en las próximas semanas.

Una fotografía de las extremidades inferiores junto con la parte de abajo del modelo 1 del torso(figura 15)

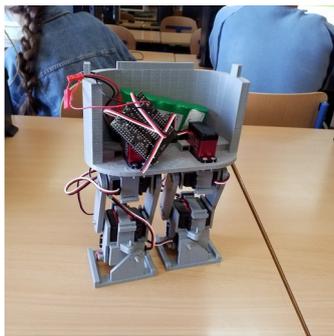


Figura 15: Parte inferior del Humanoide

Una vez llegado a este punto, ya podíamos empezar a conectar nuestros servos a la placa controladora, en nuestro caso una AXE 020, que llevaría montado un microprocesador 28X2. Esta placa la adaptamos para poder controlar 8 servos desde ella. En total para controlar nuestro humanoide, necesitaríamos dos placas del mismo tipo. Podríamos llegar hasta 16 servomotores como máximo.

Como se ha comentado antes, llegamos a acuerdos en cuanto a las piernas, pero con los brazos decidimos hacer dos diseños.

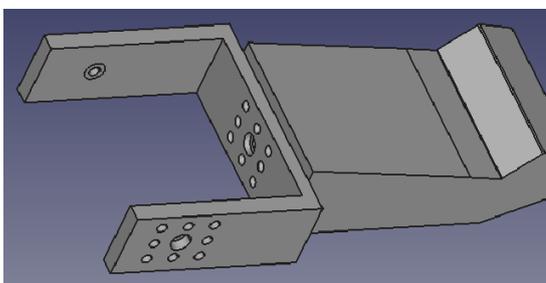


Figura 16: Diseño 2 Brazos

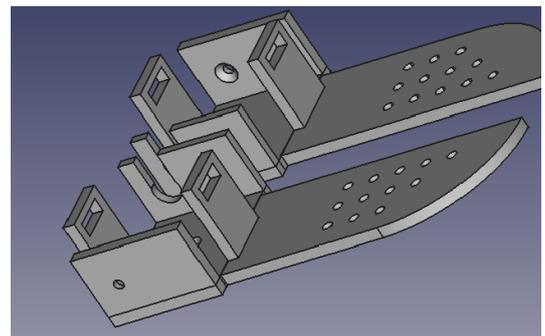


Figura 4 : Codos. Modelo 1.

El de la anterior figura 4, el cual dejaba en la extremidad orificios por si era necesario añadirle algo más, por ejemplo unas pinzas que pudieran coger cosas. El otro diseño de brazos es el de la figura 16, el cual es un diseño definitivo. También podría coger cosas, pero sería utilizando ambos brazos a la vez.

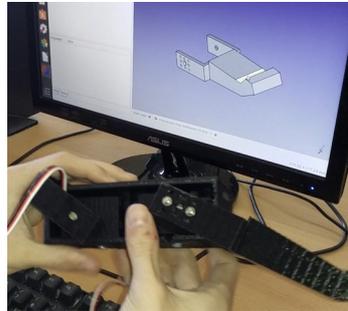


Figura 16: Brazo montado

Nuestros Humanoides también tendrían cabezas. La idea es que incluyan la cámara. Tras varias pruebas hemos sacado otras dos posibles versiones, que analizaremos al estudiar las funcionalidades del robot. Hasta el momento, las características básicas que hemos pedido a los diseños es que entren de forma adecuada las cámaras, y que tengan un soporte que nos permita incluirle un servo para que pueda girar 180 grados. Los diseños que hemos obtenido son :

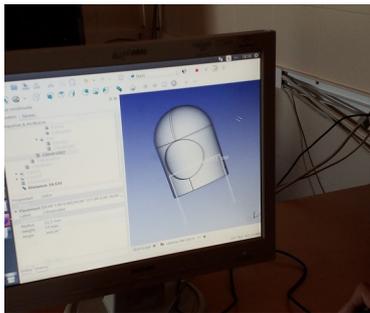


Figura 18 : Diseño no funcional

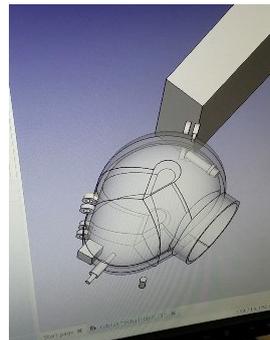


Figura 19: Cabeza/Diseño 1



Figura 19b:  
Cabeza/Diseño 1

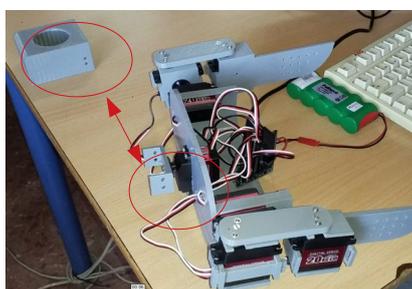


Figura 20: Cabeza/Diseño 2/Soporte  
unión tronco

9



Figura 21 :Robot 1 montado (excepto  
tapa torso)

### **a) Programación**

Tenemos la idea de que el robot sea capaz de moverse por una casa sin problemas, por tanto debería realizar “movimientos complejos”(andar, girar, saltar un pequeño obstáculo, coger cosas, saludar,..), y “movimientos finos”(graduar la posición del robot en función de la situación, por ejemplo, no es lo mismo coger algo de un tamaño que de otro, por tanto tendríamos que tener programas que nos permitiesen graduar posiciones en función de nuestro interés).

Debido a que tiene que existir un proceso de aprendizaje acerca de como se comporta nuestro diseño, es decir, tenemos que aprender sobre él, cómo es de estable, qué movimientos de cada uno de los servos serán los adecuados para que haga todo lo que queremos, los alumnos decidieron trabajar al principio por partes. Unos aprenderían a trabajar la programación de la parte inferior del humanoide, lo enseñarían a andar, a estar en equilibrio con una sola pierna, a agacharse, a girar, ....., y los otros harían lo mismo con la parte superior, saludos, los movimientos necesarios para coger cosas, además de los sensores, que serían colocados en esta placa...

Una vez tengamos la suficiente práctica, uniríamos las dos partes, y conectando el modulo bluetooth HC-06 a las dos placas, trabajaríamos y probaríamos el robot programándolo desde dos ordenadores simultaneamente (cada uno programa una sola placa).

Probaríamos el resultado con nuestra aplicación móvil, la cual tendríamos que ir diseñando en la medida posible, a la vez que aprendemos a programar las diferentes partes del robot, para que llegue a tiempo en el momento de unión de todas las partes. Por tanto, llegamos a un punto en el que tenemos cuatro grupos, dos programando en Blockly for Picaxe los movimientos del robot, y otros dos trabajando con AppInventor, diseñando el programa que controlaría todo desde el smartphone.

Debido a la tremenda dimensión del proyecto, partiendo de un motor construir un humanoide completamente desde cero, aún estamos en esta fase. En las fotografías que se mostrarán a continuación se puede ver como hemos trabajado la programación del humanoide en cada una de las partes (no está todo), así como la aplicación móvil. La aplicación móvil será multiventana, y en dos de ellas haremos un diseño que incluyan la posibilidad de ver lo que vea la cámara del robot y manejar el robot simultaneamente, la otra es para tomar datos del entorno con diversos sensores

(Figuras 22 a 25 )También podrán verse algunas de estas cosas en el video que hemos preparado de todo el proceso.

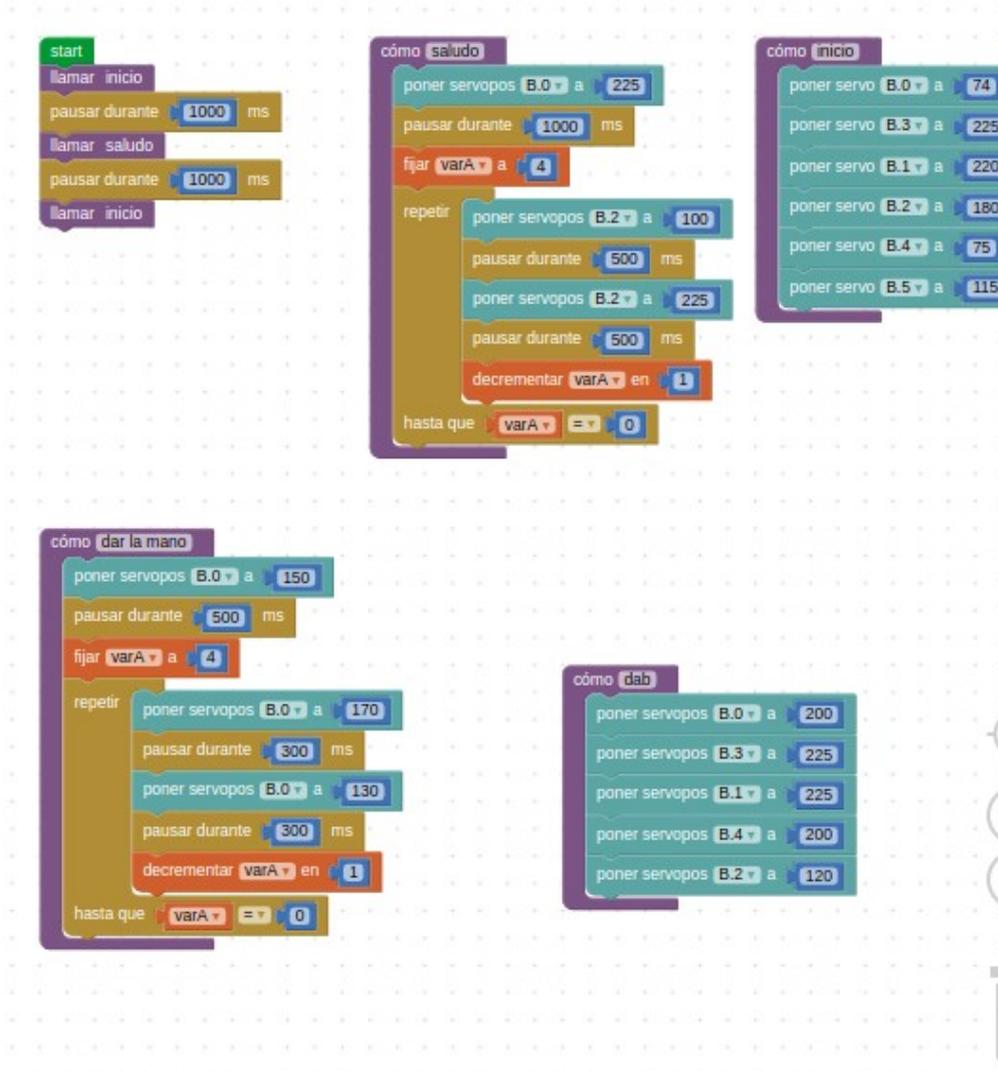


Figura22 : Algunos programas iniciales par la parte de arriba

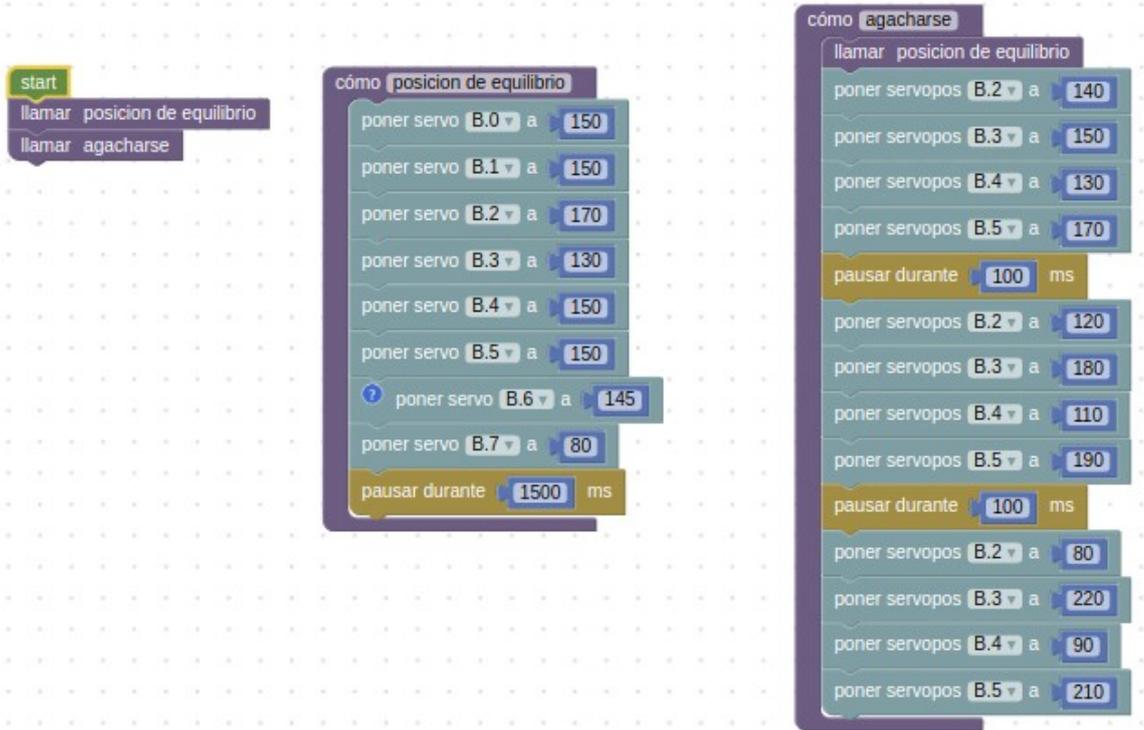


Figura 23: Programa para que el robot se agache. Parte de abajo

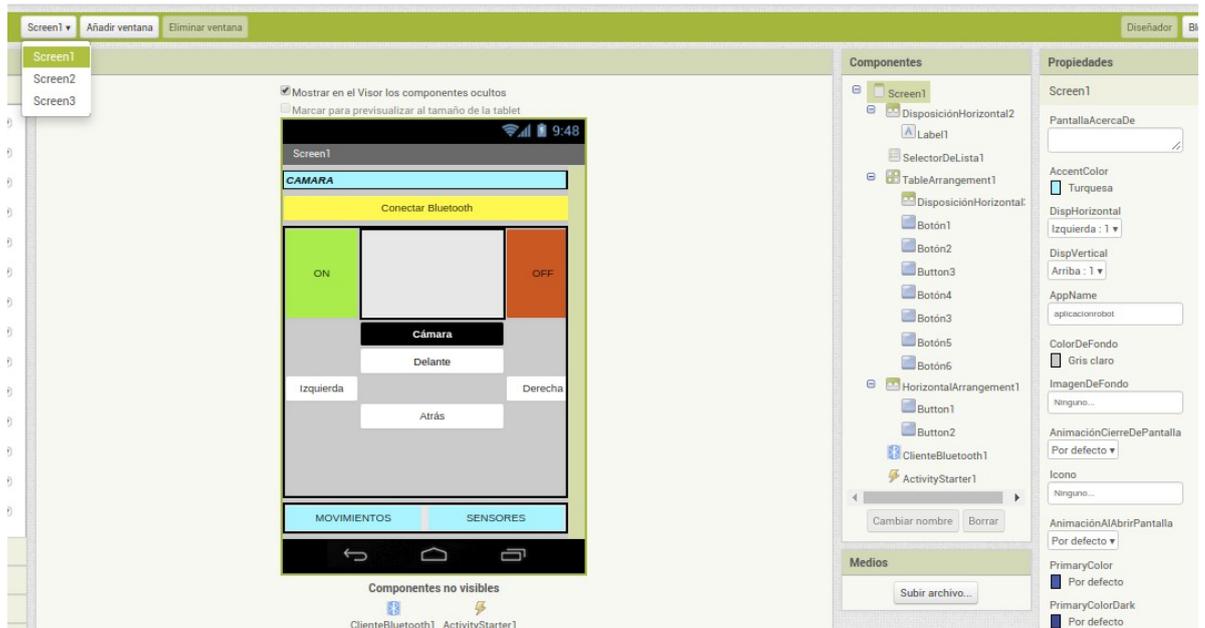


Figura 24: Diseño pantalla para app móvil

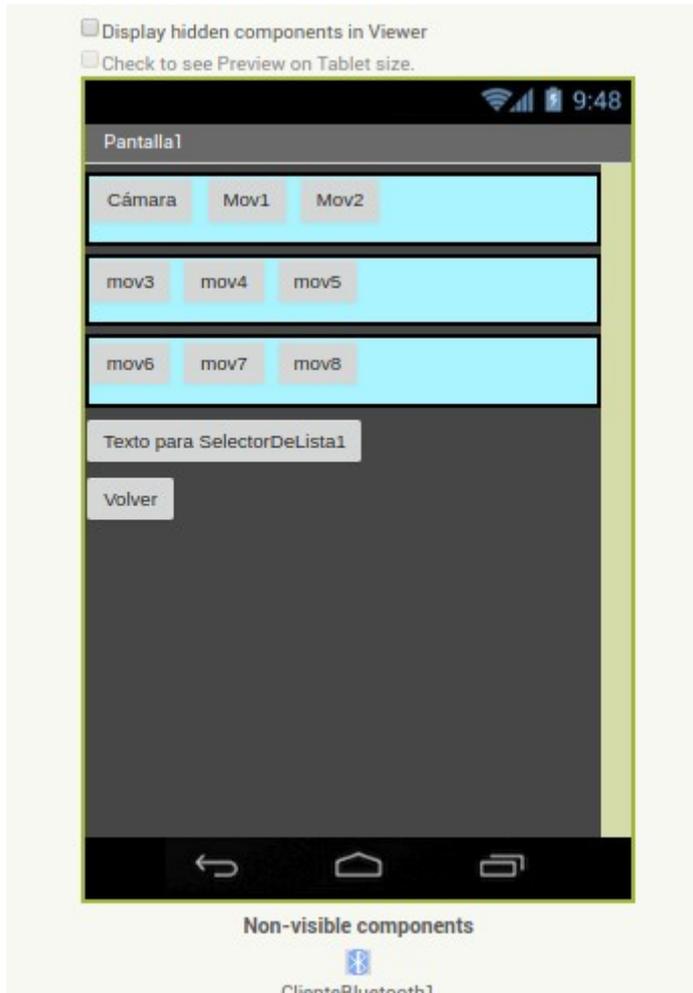


Figura 25 : Otro diseño de ventana para la app móvil

Nosotros seguiremos trabajando hasta final de curso, y con mucho gusto os mostraremos aquello que hayamos conseguido, aunque probablemente sean cosas que queden fuera de concurso.

Todavía estamos por analizar los sensores que queremos poner para adaptar el proyecto al número más amplio posible de de personas dependientes. En las primeras sesiones de generación de ideas hablamos de sensores de campos magnéticos, de sonido, módulos Bluetooth HC-05 (para a parte de recibir información, sean capaces también de mandarla), de temperatura,

LDRs,...Buscaremos dotarlos de todas las funcionalidades posibles.

### b) Un paso más

Como ya se ha comentado antes, después de un concienzudo análisis, decidimos que la mejor tipo de cámara para nuestro proyecto era la cámara IP, ya que estuvimos estudiando la *OV7670 con FIFO*, la *Pixie cam*, y algunas más del mismo tipo que aparecían en el mercado, pero debido a que el tipo de placa que nosotros usamos (*Picaxe*, al igual que ocurriría con *Arduino*) no aguantaría emisión de vídeo a tiempo real (debido a su hardware), pensamos que esta sería la mejor solución, ya que el video que muestra la cámara, además no tiene que pasar por el procesador *Picaxe* que no sería capaz de mandarlo.

Como es sabido las cámaras IP son conocidas porque pueden transmitir vídeo a través de Internet, habitualmente a través de una aplicación móvil, aunque también podríamos visitar directamente la IP externa de la cámara previa apertura de el puerto

*que utilice en su router. Esta segunda opción se antojó complicada , cuando algunos de nosotros tuvimos problemas para adaptarlas en casa, debido al servicio CGNAT que utilizan ahora algunas de las operadoras, y que reparten una IP para 18 usuarios, evitando que estos abran puertos para la seguridad del resto que usan misma IP. Nuestra app debía ser fácil de usar e instalar en el móvil de las personas que la utilicen. Por tanto decidimos integrar la app de la cámara en nuestra propia aplicación móvil mediante el elemento “Activity starter” de AppInventor”.*

*Esto permitiría manejar a la persona dependiente el humanoide desde un sitio fijo de la casa, teniendo la posibilidad de ver lo que él ve. El vídeo, como se visualiza a través de Internet, nos puso delante una opción muy interesante, el manejar el humanoide desde Internet, ya que podíamos ver por donde se esta moviendo. Esto lo conseguiríamos instalando nuestra aplicación en el móvil de la persona dependiente, y vincular su móvil con nuestro ordenador en cualquier otro sitio del mundo, mediante la aplicación “Teamviewer Host”. Por tanto familiares, o la empresa que manejara este aparato, podría mantener una comunicación y vigilancia de la persona en cuestión(evidentemente también se nos ocurrió que podría ser un vigila-niños muy integrado en el mundo infantil). La cámara que elegimos tiene la posibilidad de escuchar el entorno donde está el robot y por tanto recibir mensajes, y también se puede hablar desde la aplicación móvil y que nuestro mensaje sea escuchado en la habitación donde esta el robot a tiempo real a través del micrófono que lleva integrado la cámara. Tiene visión nocturna, y además se puede configurar para que te mande un mensaje si detecta movimiento. Por 17 euros, esta cámara nos brindaba un montón de opciones de forma bastante sencilla.*

#### **4. Resultados**

Hasta ahora los logros han sido muchos a nuestro entender:

- Hemos diseñado en 3D todo el Humanoide, teniendo en cuenta además, que ninguno sabíamos antes de empezar prácticamente nada acerca de este tipo de software.
- Nos hemos dado cuenta de lo importante que es escuchar, y que te escuchen. Hemos entendido la dificultad del trabajo en grupo y lo importante que es el

analizar convenientemente las ideas para ahorrar tiempo, dinero y tener un mejor resultado.

- Estamos ahora enfrascados en la programación tanto del robot como de la app. Ya hemos avanzado bastante, y aún nos quedan dos meses de curso, y aunque puede que haya que modificar alguna pieza tras ver el comportamiento del robot, sobre todo ese tiempo, va a ser para programar, con lo cual pensamos que el avance en este terreno va dar sus frutos.
- Pensamos que no hay ningún aparato a nivel comercial dotado de estas funcionalidades y pensado para la ayuda a los dependientes, y mucho menos por menos de 300 euros. Creemos que es un proyecto muy interesante, y que para dos horas semanales que tenemos, vamos a muy buen ritmo.
- La idea del control a través de Internet del total del robot, nos ha parecido muy interesante y creemos que está bien documentada.

### **5. Lista de materiales utilizados (hasta ahora)**

<b>Materiales por Humanoide</b>	<b>Número</b>
<i>Servomotores</i>	<b>13</b>
<i>Placas Axe 020</i>	<b>2</b>
<i>Microprocesadores 28X2</i>	<b>2</b>
<i>Bluetooth HC-06</i>	<b>1</b>
<i>Cámara IP</i>	<b>1</b>
<i>Baterías NiMH</i>	<b>2</b>
<i>Baterías Litio</i>	<b>1</b>
<i>PLA (Negro/Gris)</i>	<b>1Kg</b>
<i>Pantalla LCD</i>	<b>1</b>
<i>Cables programación Axe027</i>	<b>2</b>
<i>Zumbador</i>	<b>1</b>
<i>Leds</i>	<b>2</b>
<i>Acelerómetro/giroscopio</i>	<b>1</b>
<i>Sensor de temperatura</i>	<b>1</b>
<i>Sensor de campo magnético</i>	<b>1</b>

También se ha utilizado tornillería diversa, móviles Android de los propios alumnos, una impresora 3D y ordenadores con el software indicado anteriormente.

## 6. Referencias

“La cultura-mundo”, Gilles Lipovetsky , Editorial Anagrama

“La inteligencia ejecutiva”, José Antonio Marina, Editorial Ariel

“Pensamiento lateral”, Edward De Bono, 1986, Granica Ediciones

“Seis sombreros para pensar”, Edward De Bono, 2008, Editorial: PAIDOS IBERICA

[http://www.picaxe.com/docs/picaxe\\_manual5.pdf](http://www.picaxe.com/docs/picaxe_manual5.pdf)

<https://picaxeforum.co.uk/forums/active-picaxe-forum.2/>

[http://www.picaxe.com/docs/picaxe\\_manual1.pdf](http://www.picaxe.com/docs/picaxe_manual1.pdf)

<http://www.picaxe.com/Hardware/Project-Boards/PICAXE-28-Project-Board/>

<http://www.picaxe.com/docs/axe020.pdf>

<http://www.picaxe.com/Software/PICAXE/Blockly-for-PICAXE/>

Todas las fotografías y vídeos son originales. Autor: Daniel Pozo Bernal