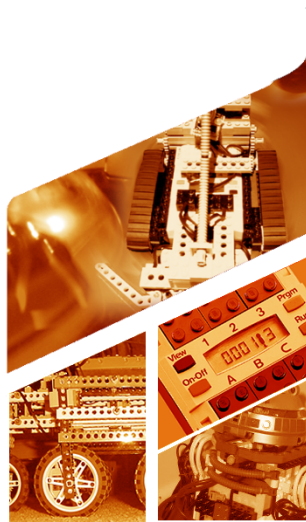




# Robótica Móvil y Programación en Educación Secundaria

Robocampeones 2007



José M<sup>a</sup> Cañas, Carlos E. Agüero, Pablo Barrera,  
Vicente Matellán y Rafael Morales







# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Monográfico: Resolviendo las pruebas</b>	<b>5</b>
2.1. ROBOCAMPEONES 2004 . . . . .	6
2.2. ROBOCAMPEONES 2005 . . . . .	8
2.3. ROBOCAMPEONES 2006 . . . . .	13
2.4. ROBOCAMPEONES 2007 . . . . .	18
<b>3. Experiencias docentes con RoboCampeones</b>	<b>21</b>
3.1. Valoración del concurso de RoboCampeones . . . . .	21
3.2. La importancia de RoboCampeones . . . . .	26
3.3. La importancia de RoboCampeones . . . . .	31
3.4. Robocampeones y el área de tecnología . . . . .	38
3.5. Robótica con LEGO en los institutos . . . . .	42
<b>4. Reglamento RoboCampeones 2007</b>	<b>49</b>
4.1. Introducción . . . . .	49
4.2. Prueba A: El Transportista . . . . .	51
4.3. Prueba B: Fútbol 2+2 . . . . .	57
<b>5. Participantes de RoboCampeones 2007</b>	<b>71</b>
5.1. I.E.S. Alonso de Avellaneda . . . . .	71
5.2. I.E.S. Alpajés . . . . .	74

5.3. I.E.S. Alpajés . . . . .	77
5.4. I.E.S. Ana María Matute . . . . .	80
5.5. I.E.S. Ana María Matute . . . . .	83
5.6. I.E.S. Ana María Matute . . . . .	85
5.7. I.E.S. Ana María Matute . . . . .	87
5.8. I.E.S. El Greco . . . . .	89
5.9. I.E.S. El Greco . . . . .	91
5.10. I.E.S. Gabriel Alonso de Herrera . . . . .	93
5.11. I.E.S. Gabriel Alonso de Herrera . . . . .	95
5.12. I.E.S. Antonio de Nebrija . . . . .	97
5.13. I.E.S. Antonio de Nebrija . . . . .	99
5.14. I.E.S. Gaspar Melchor de Jovellanos . . . . .	100
5.15. I.E.S. Gaspar Melchor de Jovellanos . . . . .	102
5.16. I.E.S. Gaspar Melchor de Jovellanos . . . . .	104
5.17. I.E.S. Gran Capitán . . . . .	106
5.18. I.E.S. Gran Capitán . . . . .	108
5.19. I.E.S. Gran Capitán . . . . .	110
5.20. I.E.S. Gran Capitán . . . . .	113
5.21. I.E.S. Humanes . . . . .	115
5.22. I.E.S. Humanes . . . . .	116
5.23. I.E.S. Humanes . . . . .	117
5.24. I.E.S. Octavio Paz . . . . .	119
5.25. I.E.S. Octavio Paz . . . . .	123
5.26. I.E.S. Octavio Paz . . . . .	126
5.27. I.E.S. Octavio Paz . . . . .	129
5.28. I.E.S. Palas Atenea . . . . .	132
5.29. I.E.S. Palas Atenea . . . . .	134
5.30. I.E.S. Palas Atenea . . . . .	137

# Capítulo 1

## Introducción

Los países de nuestro entorno han detectado con antelación un problema que ahora se empieza a producir en España: el descenso de matrícula en las carreras técnicas, en especial en las ingenierías. El motivo es la percepción social de la dureza de estas carreras y su supuestamente aburrido desarrollo (énfasis en matemáticas y física), a lo que se añade una proyección social en decadencia.

En Alemania y Estados Unidos, por ejemplo, esta situación ha llevado a la creación de organizaciones de promoción y difusión de la ingeniería para impedir que se conviertan en importadores netos de ingenieros por la falta de vocaciones en estos campos. Muchas de estas iniciativas han decidido utilizar los robots como medio para acercar las disciplinas técnicas a los alumnos de educación secundaria.

Además de la componente tecnológica, la robótica tiene una componente académica muy importante. En el marco de la Enseñanza Secundaria, tanto la ESO como el bachillerato, los robots sencillos suponen una herramienta idónea para aplicar los conceptos teóricos de asignaturas como Tecnología, Informática, Física, etc.. Conceptos centrales de la asignatura de Tecnología, como mecánica, electricidad y programación encuentran en los robots una plataforma para ponerlos en práctica y aprender de modo experimental. Por ejemplo, para construir un robot LEGO hay que ensamblar diferentes piezas como bloques, barras, poleas, ruedas, engranajes, etc. Muchas de estas construcciones mecánicas se explican en la parte teórica de

la asignatura. Adicionalmente, al robot hay que programarlo. Ideas intuitivas como secuencia de instrucciones, bucles, condiciones, etc. obligan al alumno a razonar, ordenar su pensamiento y encontrar los pasos lógicos en la consecución de cierta tarea, que son temas centrales de la informática.

A este potencial didáctico hay que añadir la vistosidad y capacidad de motivación que tienen los robots sobre los alumnos. Esto lo hemos observado en el interés que demuestran los estudiantes de secundaria durante las visitas de varios institutos al Laboratorio de Robótica. También lo hemos corroborado en nuestros alumnos universitarios de las asignaturas Robótica e Introducción a la Robótica, que siempre tienen más solicitudes que plazas disponibles.

En este contexto nació Robocampeones como un concurso de construcción y programación de robots específicamente dirigido a estudiantes de secundaria. El campeonato se articula en torno a dos pruebas competitivas entre robots diseñados y programados por los chavales. Las pruebas persiguen potenciar el conocimiento y uso de las nuevas tecnologías de forma estimulante y atractiva para los estudiantes.

Desde luego el objetivo no es la competición estricta entre institutos, ni siquiera saber “qué equipo es el mejor”. El objetivo global es fomentar la capacidad creativa y de innovación de los estudiantes en la rama científico-técnica. La competición es sencillamente un aliciente más, pero el énfasis se pone en el aprendizaje y el esfuerzo en equipo preparando a los robots “para el día de las finales en la universidad”. En este sentido, creemos que hemos encontrado un buen equilibrio entre cooperación y competición que resulta estimulante, en la línea de lo que algunos llaman actualmente *coopetición* o competición cooperativa.

RoboCampeones se ha venido celebrando anualmente desde el año 2004, siendo la edición de 2007 la cuarta desde el comienzo de esta experiencia educativa. Con la perspectiva que dan los cuatro años de trayectoria, momento es de hacer un pequeño balance y valorar el impacto que ha tenido el concurso en este tiempo.

En primer lugar, el concurso ha aglutinado a su alrededor una comunidad estable de profesores de enseñanza secundaria. Profesores que han encontrado en RoboCampeones una herramienta

educativa interesante y eficaz para motivar a sus alumnos. En los primeros años el reto fundamental era atraer a un número suficiente de centros. Desde entonces el número de equipos ha ido creciendo paulatinamente y se ha consolidado una comunidad activa a su alrededor. No sólo con centros geográficamente cercanos a la Universidad en la Comunidad de Madrid, también con centros de otras comunidades como Castilla la Mancha, Castilla y León, e incluso otros de comunidades más lejanas como Cataluña y el País Vasco han mostrado su interés. Además, estos profesores cada vez han ido implicándose más, colaborando a la hora de perfilar las pruebas, el reglamento o en el desarrollo de la competición, por ejemplo arbitrando pruebas.

En segundo lugar, esperamos haber despertado vocaciones que fructificarán en los próximos años. En este sentido nos consta algún caso de alumnos que participaron en las primeras ediciones y que han elegido una carrera universitaria de ingeniería, en parte motivados por su experiencia en RoboCampeones.

En tercer lugar, el concurso se ha consolidado dentro del panorama nacional y cubre con nombre propio un público preuniversitario. Ha reunido a unos 600 alumnos a lo largo de sus cuatro ediciones y es el concurso educativo más longevo en ese ámbito. Esto supone nuestro granito de arena para fomentar la cultura científica que en otros países europeos es normal encontrar. Fruto de esta experiencia merece la pena destacar que un equipo habitual en las distintas ediciones de RoboCampeones ha participado recientemente con éxito en la RoboCup Junior Internacional, en Atlanta (USA).

El balance global de estos cuatro años es satisfactorio y permite mirar al futuro con optimismo. Para la próxima edición, queremos acercar las pruebas a las del concurso RoboCup Junior Internacional para dar mayor proyección.

En cuanto al contenido de este libro, lo hemos organizado en tres bloques principales. El primero incluye un monográfico sobre la preparación de todas pruebas a lo largo de varias ediciones, explicando y describiendo con detalle el código de los robots que participaron en diferentes pruebas. En el segundo bloque varios profesores cuentan, de primera mano, el impacto que ha tenido RoboCampeones en la manera en que imparten la asignatura de

tecnología y valoran su experiencia educativa. Finalmente, el tercer bloque incluye el reglamento y las descripciones de los equipos participantes en la edición de 2007.

# Capítulo 2

## Monográfico: Resolviendo las pruebas

**Autor: Rafael Morales Caumel**

**Profesor de Tecnología IES Gran Capitán**

El objetivo de RoboCampeones es acercar la Universidad a sus futuros alumnos: los estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato y despertar el interés en el alumnado por las áreas relacionadas con las Ciencias y la Tecnología. Por este motivo, este concurso debe considerarse más como una exhibición de robots donde los alumnos pueden mostrar sus diseños al resto de la comunidad educativa y no una mera competición entre centros educativos. El disfraz de la competición siempre ha sido una excusa para que los alumnos se esforzasen aún más contagiados por el espíritu competitivo y la voluntad de superación presente en todo concurso. El resultado, sin duda ha sido muy satisfactorio si analizamos las diferentes ediciones de RoboCampeones y las originales soluciones de los alumnos a la hora de abordar las diferentes pruebas que la organización del evento establecía en cada edición. Veamos cada una de las pruebas y algunas de las posibles soluciones adoptadas para superarlas.

## 2.1. ROBOCAMPEONES 2004

### PRUEBA: EL PAÑUELO

*Dos robots parten de los extremos opuestos de una línea recta. Gana el robot que atrape una lata situada en el centro y regrese con ella al punto de partida.*

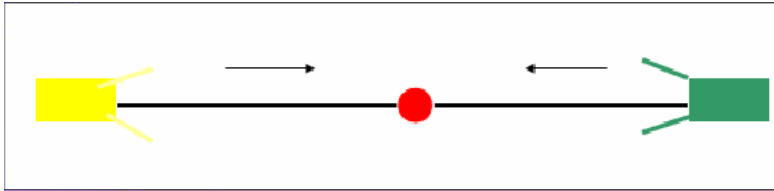


Figura 2.1:

El reglamento de la prueba no obligaba a utilizar ningún sensor específico para seguir la línea por lo que las soluciones fueron muy diversas, desde emplear un sensor único para el seguimiento de la línea que hacía muy lento al robot hasta sistemas hardware muy ingeniosos como la utilización de ruedas delanteras con eje único que garantizaba un desplazamiento recto casi perfecto o el empleo de sensores más sofisticados como un sensor de rotación para colocar al robot justo delante de la lata.



Figura 2.2:

Por otro lado, el sistema de captura de la lata también fue determinante en muchos casos. El empleo de unas pinzas o garras fue una solución muy adoptada, pero sorprendió la originalidad de algunos robots que incorporaban una cesta o lazo que rodeaba la lata



y permitía una captura segura siendo en años sucesivos la opción mayoritariamente elegida. La detección de la lata se realizó en casi todos los casos con sensores de tacto.

Respecto a la programación de estos robots lógicamente el hardware determinaba su algoritmo. En el caso del robot ganador llamado *Trae pa ca* su diseño incluía un eje delantero único para las dos ruedas lo que permitía un desplazamiento recto a poca distancia. Además, un novedoso sensor de rotación y dos sensores de luz traseros completaban el robot que podía corregir la trayectoria en caso de un desvío de la línea durante el retorno.

### PRUEBA: CARRERA DE OBSTÁCULOS

*Dos robots parten de los extremos opuestos de un campo rectangular lleno de latas (obstáculos). Gana el robot que primero consiga alcanzar la línea situada en el centro sin salirse del campo y sin tocar ni desplazar los obstáculos.*

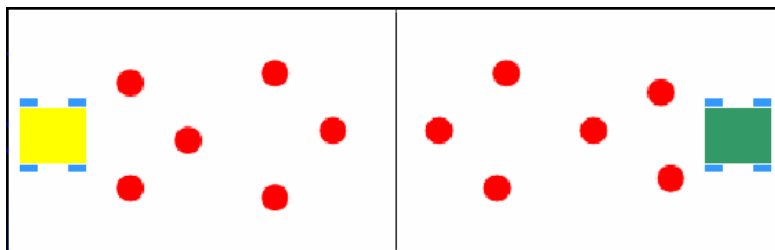


Figura 2.3:

También en esta prueba la originalidad fue la nota más destacada con diseños muy variados y sistemas de detección de obstáculos que iban desde el sensor de luz para *ver* el obstáculo hasta los tradicionales sensores de tacto para *tocar* el objeto. Algunos de los diseños presentados mostraban la esencia de esta prueba: robots sumamente pequeños y de gran maniobrabilidad. El robot ganador *Champions-Parla* se impuso en esta prueba en una final muy aplaudida.

Un programa típico que permitiera a un robot superar con éxito el campo de obstáculos debería ser capaz de detectar el obstáculo y girar y avanzar para salvar dicho obstáculo. Este cambio de

trayectoria del robot supondría acercarse a los límites del rectángulo por lo que el siguiente giro debería hacerse al contrario que el giro anterior para recolocar de nuevo al robot en la zona central del campo. En el ejemplo siguiente, el sensor de tacto se encarga de detectar el obstáculo:

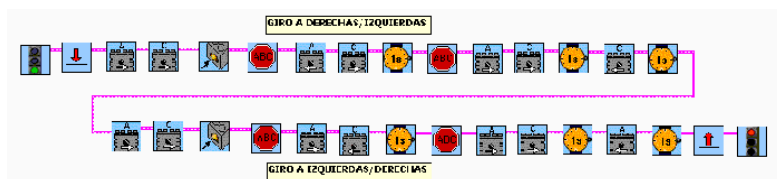


Figura 2.4:

## 2.2. ROBOCAMPEONES 2005

En la siguiente edición de este concurso y dado el éxito alcanzado el año anterior, la organización propuso dos nuevas pruebas incrementado la dificultad de las mismas. La primera, el pañuelo curvo, que suponía un avance en cuanto a la dificultad planteada inicialmente al proponer una trayectoria curva que los robots debían seguir con la consiguiente dificultad en la programación de los robots. La segunda, limpiadores de latas, obligaba al alumno a emplear estrategias de navegación en los robots y sensores de luz para el reconocimiento de los colores de las latas. Veamos con más detalle cada una de estas pruebas y sus posibles soluciones.

### PRUEBA: EL PAÑUELO CURVO

*Dos robots parten de los extremos opuestos de una línea curva. Gana el robot que atrape una lata situada en el centro y regrese con ella al punto de partida.*

La dificultad de esta prueba claramente residía en el desarrollo de un típico robot rastreador capaz de detectar y transportar una lata a lo largo de una trayectoria curva. Las soluciones adoptadas por los participantes pasaron de robots con un solo sensor de luz y otro de tacto que obviamente daban como resultado robots

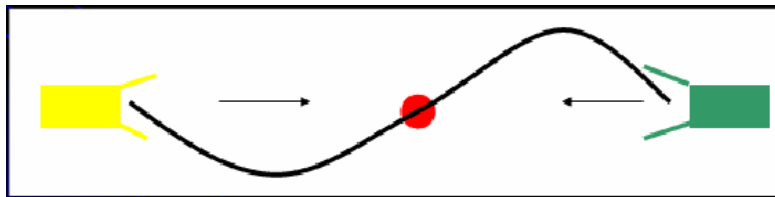


Figura 2.5:

muy seguros pero claramente lentos en la ejecución de la tarea. El siguiente programa muestra una posible solución muy elemental para programar uno de estos robots de un solo sensor de luz.

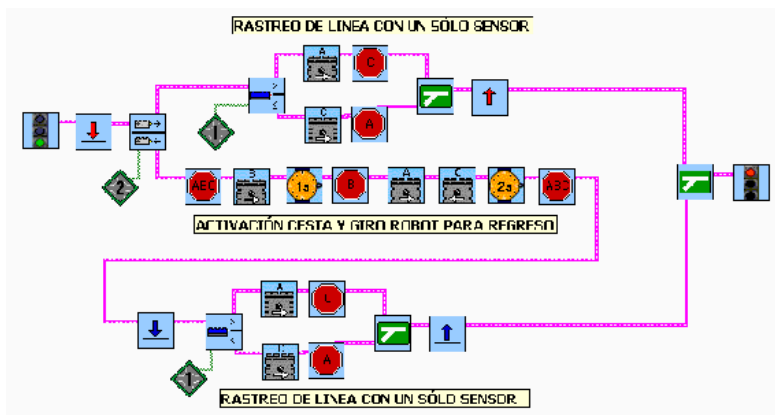


Figura 2.6:

Sin embargo, los robots que incorporaron dos sensores de luz para el rastreo de la línea se mostraron muy superiores en rapidez y sólo un mal ajuste de los sensores de luz impedía que éstos últimos terminasen la prueba correctamente. De hecho, alguno de los robots de un solo sensor llegó a imponerse a robots de dos sensores. La programación de estos robots de dos sensores es claramente más compleja al tener que controlar dos sensores a la vez, en vez de uno.

El control de estos dos sensores puede hacerse de varias formas. Una de ellas es la que emplea una multitarea capaz de ejecutar dos tareas a la vez, justo lo que se necesita en este caso. Obsérvese en el programa siguiente cómo el rastreo de la línea se realiza con los sensores 1 y 3 de tal manera que se invierte el sentido de giro del

motor A ó C si dicho sensor detecta un nivel por debajo de 40 (línea negra detectada). En ambas tareas, se pregunta en todo momento si el sensor de tacto ha sido pulsado (lata detectada) para realizar la siguiente tarea: activación de la cesta. El regreso del robot con la lata se realiza con un rastreo de línea modificado para poder detectar la línea negra transversal que permita al robot detenerse cruzando dicha línea.

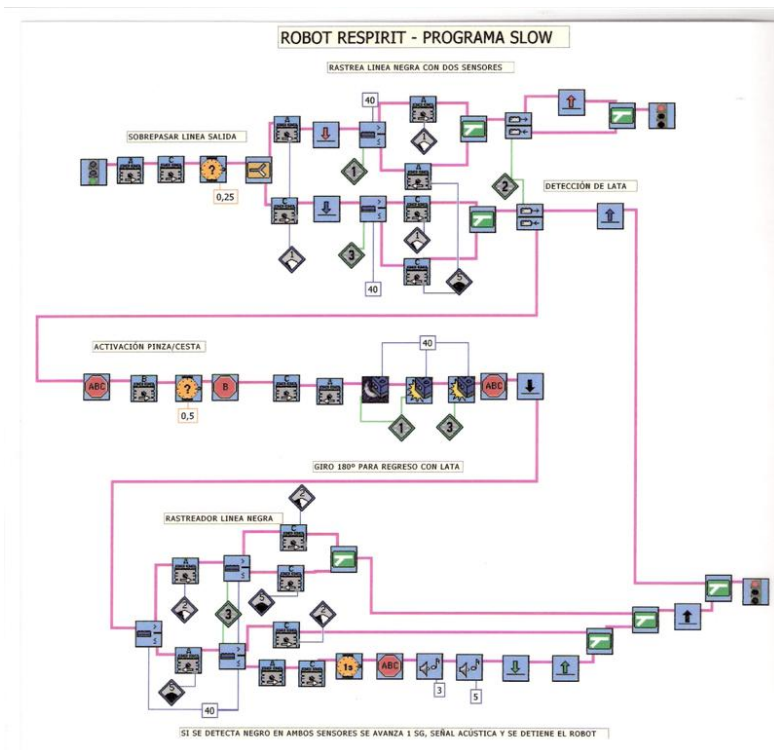


Figura 2.7:

El robot de nombre *Mario* fue el ganador de esta prueba empleando dos sensores de luz para el rastreo de línea con un programa diferente de control de sensores que se detalla a continuación:

## PRUEBA: LIMPIADORES DE LATAS

*Dos robots parten de los extremos opuestos de un campo cuadrangular. Gana el robot que primero saque del recinto las tres latas*

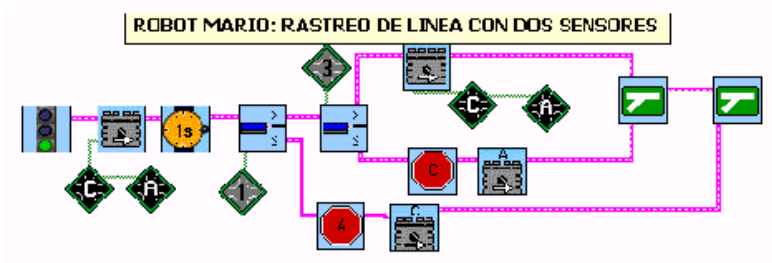


Figura 2.8:

*de su color (blanco o negro) sin desplazar las del color opuesto.*

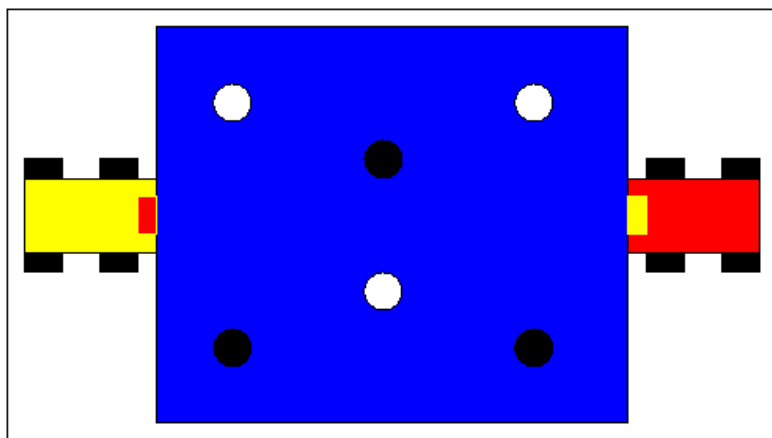


Figura 2.9:

Las soluciones adoptadas por el alumnado participante fueron muy parecidas ya que todos emplearon una navegación aleatoria para la búsqueda de las latas de su color. Como es lógico los sensores de luz eran casi obligados tanto para la detección de la lata del color correspondiente como para la detección de los límites del recinto. Por tanto, un robot básico capaz de superar esta prueba debería disponer al menos de un sensor de luz frontal (para la detección del color) y un sensor de luz de suelo para el campo. En algunos casos, se presentaron robots con sensores de luz en paralelo para detectar con mayor facilidad tanto la lata como el perímetro del campo. Los sensores de tacto, si bien no eran indispensables, fueron incorporados en muchos robots para determinar la posición de una

lata y proceder a la lectura del color. La casi totalidad de los robots *limpiaban* el recinto desplazando la lata de su color fuera del campo como el robot ganador *Toro* y sólo uno de los robots la levantaba y transportaba literalmente. Uno de los grandes problemas que presentó esta prueba fue que el reglamento de la misma especificaba que el algoritmo de programación sólo podía almacenarse en un bloque de memoria único. Esta condición creó un intenso debate en el foro de RoboCampeones ya que muchos de los profesores opinaban que esto incrementaba notablemente la dificultad de la prueba para sus alumnos participantes. Finalmente, la condición no fue tenida en cuenta por los jueces. Una solución sencilla aunque poco elegante para resolver esta condición puede apreciarse en el programa siguiente: el sensor de luz de suelo determina al inicio del programa que parte del programa se sigue (expulsar latas blancas o latas negras) permaneciendo la otra rama del programa en un bucle infinito.

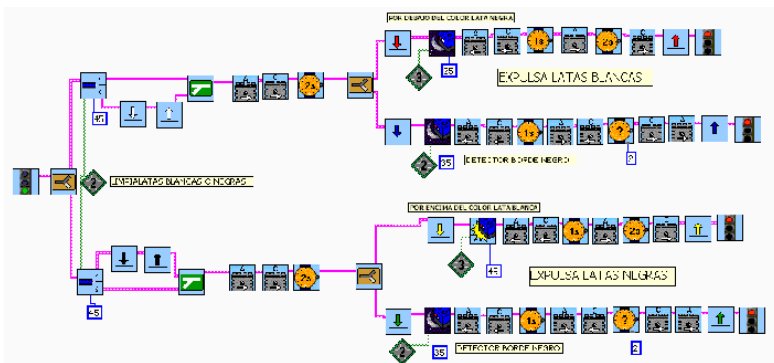


Figura 2.10:

El programa anterior muestra una posible programación de un robot básico con dos sensores de luz 2 y 3. El sensor 2 permite ordenar al robot que latas debe sacar del recinto colocándole una cartulina blanca o negra al inicio de la prueba. El sensor 3 determinará qué color tiene la lata.

## 2.3. ROBOCAMPEONES 2006

En esta tercera edición de RoboCampeones las pruebas alcanzaron un nivel de madurez propio de eventos internacionales al plantearse dos pruebas muy similares a las pruebas que forman parte del torneo internacional de robótica RoboCup: rescue y soccer.

En efecto, la trayectoria del concurso y el nivel demostrado en las dos ediciones anteriores por los alumnos participantes, permitieron a la organización superar el listón y propusieron dos pruebas, *transportista* y *fútbol 2+2*, que prácticamente eran muy similares las del torneo mencionado.

### PRUEBA: EL TRANSPORTISTA

*Los robots deben seguir una línea negra y transportar dos latas situadas al final del recorrido hasta el punto de partida. Si además se detiene en los puntos marcados (repostajes) sumará más puntos. Gana el robot que más puntos suma en un intervalo de 5 minutos.*

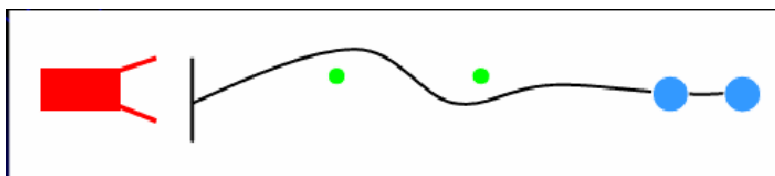


Figura 2.11:

Esta prueba, una versión muy mejorada del pañuelo curvo, pretendía solventar los problemas que para el juez suponía arbitrar la prueba del pañuelo con dos robots y una sola lata. En efecto, en ediciones anteriores se daba la circunstancia que el robot más lento no llegaba a coger la única lata del recorrido que terminaba en la *garras* del robot más rápido, pero que a veces éste no terminaba el recorrido. Con esta prueba, cada robot se enfrentaba a la vez, pero en recorridos individuales, a su adversario y con sus propias latas para transportar. Además, la existencia de los famosos repostajes amplió las posibilidades de estrategia de esta prueba ya que podía apostarse por robots muy rápidos que ignorasen estas *paradas* o robots que fuesen capaces de detenerse en ellas y sumar más puntos

que el adversario. Por último, el recorrido establecía distancias mínimas en la trayectoria a seguir por los robots.

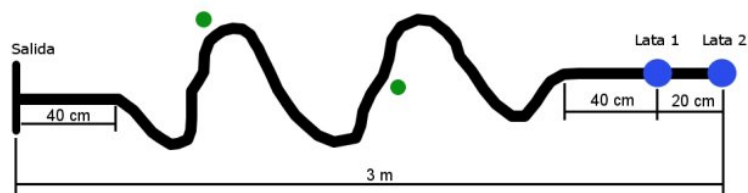


Figura 2.12:

En esta ocasión, los robots participantes presentaron diseños de hardware muy similares a los exhibidos en ediciones anteriores. Sin duda, la incorporación de la nueva tarea, la detección de los repostajes, fue la gran dificultad a superar en esta prueba. El resultado, sin embargo, fue muy decepcionante ya que muy pocos de los robots presentados eran capaces de realizar la detección del *disco verde*. De hecho, sólo uno de los robots, *Robalatas 2006*, disponía de un sistema específico de sensores para detectar los repostajes mientras otros robots se detenían en las zonas con un sencillo e ingenioso cálculo de tiempo por parte del alumno-programador del robot. Esta última solución aunque no estaba prohibida expresamente en el reglamento no era la filosofía propia de la prueba.

Con todos estos datos la elaboración de un programa capaz de conseguir que un robot típico (dos motores, sensores de luz y sensor de tacto) pueda completar la prueba se hace muy complicada ya que teniendo en cuenta las limitaciones de entradas y salidas de una unidad RCX parece que ésta se queda corta. En efecto, si analizamos las necesidades de un robot capaz de superar la prueba vemos que éste debería disponer de un sensor de tacto (o luz) para la detección de la lata, dos sensores de luz para el rastreo de línea y parada final y uno o dos sensores para la detección de los repostajes. El cómputo de entradas puede alcanzar las cinco entradas si deseamos el diseño de un robot perfecto para afrontar esta prueba. ¿Cómo podemos obtener cinco entradas de una unidad que solo dispone de tres?, la respuesta pasa por analizar los efectos de sensores colocados en



paralelo en el propio RCX.

En primer lugar, un sensor de tacto puede colocarse en el mismo puerto que un sensor de luz y la unidad RCX recibirá un nivel de luz de  $100$  cuando el sensor de tacto es pulsado. Aquí tenemos la primera solución: ahorramos un puerto si la detección de la lata la hacemos con un sensor de tacto en paralelo con un sensor de luz. Y si en lugar de un sensor de luz colocamos dos en el mismo puerto (junto con el sensor de tacto) resulta que tenemos tres sensores en un mismo puerto: el sensor de tacto para la lata y los dos sensores de luz para la detección de los repostajes situados a ambos lados del recorrido. Por supuesto, los otros dos puertos de entrada permanecen inalterados para el rastreo de la línea como hasta ahora se venía haciendo. La pregunta, sin embargo, es inmediata ¿cómo programo el RCX para que entienda esta conexión múltiple?. En el programa siguiente se desvela el misterio: los puertos 1 y 3 permiten el rastreo de línea y el puerto 2 (al que conectamos un sensor de tacto y dos de luz) determinan la lectura de los repostajes y la detección de la lata, de tal manera que una lectura superior a  $90$  informa de la detección de la lata y una lectura inferior a  $70$  la presencia de un repostaje en alguno de los dos sensores de luz de repostajes.

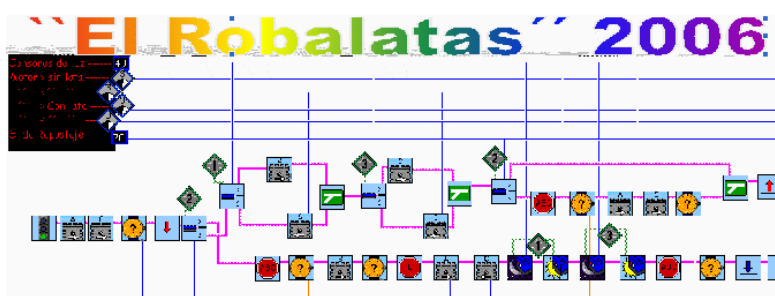


Figura 2.13:

La prueba fue ganada finalmente por el robot llamado *Robot B* que disponía de una pinza en lugar de la típica cesta al imponerse al robot *Robalatas 2006* que cometió un error inesperado en la final.

## PRUEBA: FÚTBOL 2+2

*Dos robots (portero y jugador) deberán disputar un partido de fútbol contra otro equipo sobre un campo rectangular. Gana el equipo de robots que más goles marque en dos tiempos de 5 minutos.*

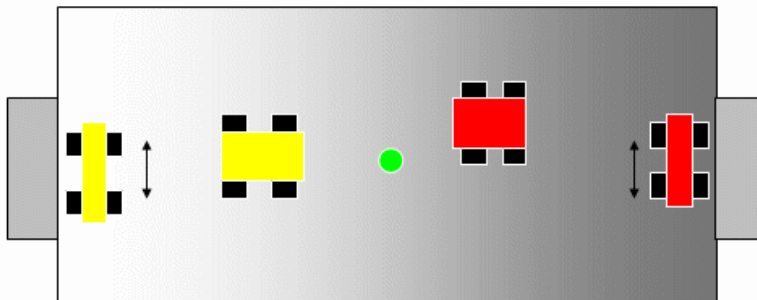


Figura 2.14:

Esta prueba ha sido, con diferencia, la prueba más atractiva para el alumnado participante como así lo reflejan las estadísticas de participación de ese año con un total de 43 equipos participantes y más de veinte centros educativos inscritos.

Para poder disputarse esta prueba, era necesario disponer del campo de juego y la pelota que la organización distribuyó gratuitamente entre el profesorado inscrito. La pelota de fútbol, homologada para competiciones oficiales en la RoboCup, emite luz infrarroja que puede ser detectada por los sensores de luz del robot. Además, el campo de juego es un rectángulo delimitado por paredes pintadas de negro y con un degradado de grises en el suelo que facilita al robot determinar la posición en la que se encuentra dentro del terreno. Con todo ello, el robot debería ser capaz de encontrar la pelota y marcar gol en la portería contraria.

Ya en la reunión preparatoria celebrada en el mes de Enero se concluyó que la labor del árbitro sería muy difícil al tener que tomar decisiones según la casuística y circunstancias del juego. Asimismo, tanto el hardware como el software de los robots supusieron una gran dificultad para el alumnado. Las dimensiones de los robots no debían superar unos límites preestablecidos por lo que muchos robots tuvieron que *rehacerse* en el mismo terreno de juego, especialmente

en el caso de los porteros. Entre éstos, se encontraban porteros *inmóviles* admitidos en el reglamento pero claramente inadecuados para el juego. Otros, en cambio, reaccionaban ante la pelota de dos formas: movimientos laterales para detener el disparo o movimientos en cualquier dirección cercana a la propia portería. Y todo ello acompañado de múltiples recursos para repeler la pelota: gomas elásticas, motores adicionales con aspas en movimiento constante, barreras deslizantes, etc.

Respecto a los jugadores también hubo mucha variedad en los diseños pero los ajustes de luz fueron muy desafortunados y pocos eran capaces de *ver* la pelota a media distancia. Algunos incorporaban algún sistema de disparo de la pelota con gomas elásticas o motores adicionales.

La programación del robot jugador fue la mayor dificultad a la que se enfrentaban esta vez los alumnos de secundaria. A la vista de los partidos disputados y el comportamiento de los robots se hizo evidente que muchos de estos robots fueron programados exclusivamente para seguir un foco de luz (la pelota) sin tener en cuenta la posición del robot en el campo y por tanto, descuidando los goles en propia meta. Básicamente, un robot jugador debería ser capaz de buscar la pelota con uno o varios sensores de luz (girando 360° o movimientos aleatorios) y avanzar con ella hacia la portería contraria.

A pesar del componente aleatorio propio de esta prueba, es posible minimizar el riesgo de los goles en propia puerta dotando al robot jugador de dos sensores de luz: uno para detectar la pelota y otro para determinar la posición en el campo de juego. Este último sensor, debe recibir información del suelo cada intervalo de tiempo, almacenarla en un *contenedor* y compararla con la nueva lectura y así determinar si se avanza en la dirección adecuada o no. Si la dirección es la adecuada, es decir, hacia la portería contraria no hay más que seguir avanzando hasta conseguir gol (o activar un motor en caso de sistema de disparo). Pero ¿qué ocurre si nuestro robot se dirige hacia nuestra propia portería?. El equipo de robots ganadores de esta prueba, *Oliver y Benjí*, apostaron por una solución sencilla pero muy eficaz: detener el movimiento del robot jugador un periodo muy corto con la esperanza de que la pelota en movimiento hiciera que el robot comenzase de nuevo la búsqueda

y evitando la oportunidad de marcar en la propia portería. Este programa, bautizado por los alumnos como *Ronaldinho*, también era capaz de distinguir entre la pared del campo, otro jugador y la propia pelota de juego. A pesar de todo, este algoritmo no impidió que el equipo de robots se marcara goles en propia meta lo que sugiere que este programa puede mejorarse notablemente. El programa adjunto muestra cómo programar al robot jugador para atacar a la portería de color negro. Para la portería blanca no hay más que duplicar el programa y almacenarlo en otro bloque de memoria o colocar un sensor (como el de tacto) para distinguir a qué portería atacar.

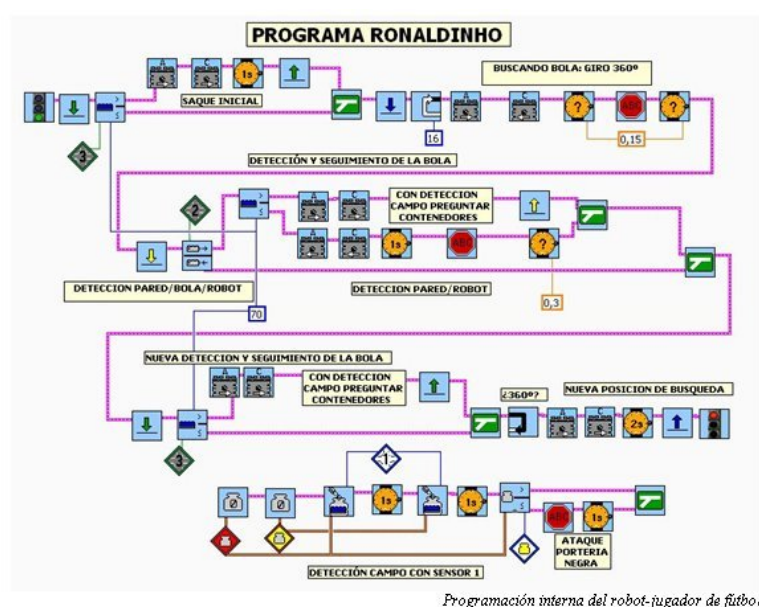


Figura 2.15:

## 2.4. ROBOCAMPEONES 2007

La cuarta edición de este concurso repitió las pruebas celebradas el año anterior dado el éxito alcanzado y el atractivo que ofreció al público asistente especialmente la prueba de fútbol entre robots. Únicamente se modificaron algunos aspectos del reglamento como el aumento en la puntuación de los repostajes en la prueba del

transportista para favorecer la programación de esta nueva tarea que se resistió en la edición anterior y el tamaño de los robots en la prueba de fútbol 2+2. Asimismo, se mejoraron aspectos organizativos del evento ofreciendo incluso las instalaciones del recinto para que los propios alumnos mostrasen al público asistente otros trabajos suyos relacionados con el mundo de la robótica

En esta ocasión, en la primera prueba cuyo ganador fue el robot Bixo, la mayoría de los robots sí realizaban correctamente los repostajes, lo que da idea del espíritu de superación que ha reinado siempre entre los asistentes y en la prueba de fútbol, ganada por el equipo de robots *Robonaldinhos F.C.*, el juego desplegado fue poco vistoso pero muy eficaz al evitar los famosos goles en propia meta.



# Capítulo 3

## Experiencias docentes con RoboCampeones

### 3.1. Valoración del concurso de RoboCampeones

**Autor: Alejandro Arévalo Viñuales**  
**Profesor de Tecnología IES Humanes**

#### Introducción

En los 3 años que llevamos de concurso robocampeones hemos tenido la oportunidad de valorar lo que el concurso ha hecho por nosotros en nuestra docencia y a los chicos en su aprendizaje de las diversas disciplinas que concurren en este nuestro concurso de robótica educativa. Iremos desglosando la importancia que tiene en la consecución de los diversos objetivos que nos planteamos antes de la primera edición y que con el paso de los años nos vemos en situación de poder evaluar.

Hemos de comentar que ante todo lo sentimos como un concurso nuestro en el que participamos activamente en su organización. Tenemos reuniones preparatorias, estamos en contacto continuamente gracias al foro de [robocampeones.com](http://robocampeones.com) y desde la última edición estamos implicados en el arbitraje de las pruebas del concurso como

formula eficiente y participativa del mismo.

Se ha ampliado el número de cursos o niveles educativos a los que se destina el concurso con lo que nos permite dar una continuidad con algunos alumnos.

Procuramos cambiar o mejorar las pruebas de un año a otro lo que nos permite no quedarnos estancados y estar constantemente pensando novedades que nos permitan conseguir más fácilmente los objetivos.

Entre las mejoras propuestas estamos en el camino de conseguir que nuestro concurso se amplíe a centros de otras Comunidades Autónomas.

En esta línea estamos trabajando 2 institutos de Madrid con uno de Cataluña y otro del País Vasco. Queremos tener en Robocampeones 2007 ya alguno de estos representantes e irlo ampliando en ediciones posteriores del concurso.

Gracias al concurso vemos como algunos participantes nos deleitan con sus logros en eventos como Madrid por la Ciencia o se aventuran en competiciones internacionales como la Robocup con un éxito notable.

Nuestro objetivo fundamental es conseguir una formación tecnológica en robótica y programación en un ambiente de convivencia entre los compañeros de equipo y con los demás institutos participantes.

Tenemos que agradecer en primer lugar a la Universidad Rey Juan Carlos la confianza en nosotros, su trabajo durante estos años sin desanimarse por trabajar con unos alumnos con unas características y motivaciones diferentes a los que pueblan los campus y que a la larga serán la semilla de sus futuros alumnos. Agradecimiento también a las instituciones que nos permiten seguir con el concurso sin una carga económica excesiva para los centros.

## Objetivos

Se utiliza una metodología dinámica, basada en la resolución de un proyecto o desafío. Para ello se apoya en el diseño, construcción y programación de robots mediante elementos constructivos del sistema LEGO, dentro de su programa LEGO-educational. La



mejora del aprendizaje parte básicamente del propio método y material, de su carácter manipulativo e indiscutiblemente práctico. Se pretende valorar su incidencia en aspectos como:

- Motivación de los alumnos
- Grado de adquisición de contenidos
- Adquisición de un procedimiento determinado
- Capacidad de trabajo en grupo y colaboración
- Mejora del autoconcepto y la autoestima
- Adquisición de estrategias de resolución de problemas
- Capacidad de organización

Los objetivos a cumplir en la actividad son

1. Favorecer la comunicación y convivencia de alumnos de distintos institutos.
2. - Facilitar el conocimiento, y aumentar con ello el respeto, hacia otras realidades culturales
3. Propiciar oportunidades de cooperación escolar entre jóvenes para que aprendan unos de otros.
4. Movilidad entre alumnado y profesorado
5. Enriquecer la práctica docente al compartir otras experiencias educativas.
6. Participación en eventos que fomentan el intercambio y el aprendizaje
7. Valorar la realización del trabajo en equipo en el propósito de alcanzar un objetivo común.
8. Promoción y reconocimiento de la Ciencia y la Tecnología

9. Acercar el mundo de la Robótica a cualquier tipo de alumnado con independencia de su situación particular
10. Aumentar la autoestima de alumnos al realizar proyecto con alto valor tecnológico
11. Aumentar la autoestima personal del alumnado al enfrentarse a la resolución de un desafío o proyecto.
12. Favorecer la inmersión de los alumnos en el uso de las nuevas tecnologías (TIC)
13. Promoción, reconocimiento y uso de las TIC.
14. Incorporar el uso de las nuevas tecnologías (TIC) en la comunicación de los alumnos para el desarrollo de un proyecto común.
15. Favorecer el intercambio de información y conocimientos, aprovechando entre otros medios, las posibilidades que ofrecen las TIC.

## **Perspectivas de futuro**

Como ya hemos comentado en la introducción hemos presentado un proyecto de colaboración entre institutos que nos podría enriquecer como centro y a su vez iniciar la participación de otras Comunidades Autónomas en Robocampeones. Está previsto en próximas ediciones la participación del IES Bosc de la Coma de Olot (Girona) y el IES Zalla de la localidad del mismo nombre en Vizcaya. Nos gustaría ampliar la colaboración a otras Comunidades.

Vemos también interesante que aunque el concurso esté basado en el kit de Lego Mindstorms se pueda abrir a prototipos que hagan las mismas tareas con lógica cableada o con electrónica sencilla programable. Nos ayudaría a practicar y aprender conceptos de tecnología electrónica aplicada a la robótica. De hecho en la primera edición ya se vio algo en este sentido.

Resulta enriquecedor el renovar, mejorar, actualizar y pulir las pruebas de una edición a otra.

En resumen vemos el concurso como un broche de nuestra formación tecnológica que abre vías en alumnos con unas inquietudes tecnológicas muy importantes.

## 3.2. La importancia de RoboCampeones

**Autor: Jesús Ramiro**

**Profesor de Tecnología IES Ana María Matute**

### Los inicios

La relación de nuestro centro IES Ana M<sup>a</sup> Matute (antiguo IES Los Olivos) de Velilla de San Antonio, con Robocampeones comienza en el año 2005, en la 2<sup>a</sup> edición de dicho proyecto. La posibilidad de poder asistir a un evento externo al propio instituto y en este caso ligado a una Universidad fue el mayor aliciente para que desde el Departamento de Tecnología nos decidiéramos a animar a nuestros alumnos a participar en este acontecimiento. Por otro lado la presencia de contenido de robótica en el currículo de Tecnología permitía su inclusión en nuestra Programación.

La respuesta por parte del alumnado desde el primer momento fue excelente. El formato que ofrece Robocampeones en base a una competición en el que hay que superar unas determinadas pruebas hace que los alumnos estén muy motivados. Al mismo tiempo, la posibilidad que se les ofrece de mostrar sus robots fuera del ámbito propio del instituto es un *gancho* más.

### Valor educativo

Desde el departamento de Tecnología entendemos que esta actividad tiene un gran valor educativo, destacando los siguientes aspectos:

- Superación personal y aumento de la autoestima del alumno.
- Abrir el apasionante mundo de la robótica a los alumnos de Secundaria. Desde fuera, ese mundo, puede parecer inalcanzable o *extraterrestre*
- Permitir a los alumnos que conozcan el ambiente universitario lo que puede suponer un atractivo más hacia esos estudios.

## **Publicidad para el centro y para nuestra materia**

Robocampeones ha supuesto un verdadero éxito de publicidad de nuestro centro (IES Ana M<sup>a</sup> Matute) en la localidad donde se encuentra situado, Velilla de San Antonio. Desde nuestra primera participación el Ayuntamiento colaboró con la compra de material de robótica para poder llevar a cabo esta experiencia. Los excelentes resultados obtenidos (1º y 2º clasificados) fueron tan bien recibidos por las autoridades locales que nos hicieron un hueco en la prensa local. El colegio de la zona nos invitó a hacer una exhibición para sus alumnos con el fin de motivarles en ese camino hacia la educación secundaria y el AMPA valoró muy positivamente que en este nuevo centro se desarrollasen este tipo actividades tan novedosas e interesantes para los alumnos.

### ***Vender la Tecnología***

Por otro lado Robocampeones ha sido clave en la forma de *vender* nuestra optativa de Tecnología en 4º de la ESO. De hecho el 80% de los alumnos/as que la cursan la han elegido por la robótica, dado que en nuestro centro elegir Tecnología implica elegir también Física/Química y Matemáticas B, dos auténticos huesos para los alumnos.

Desde nuestro Departamento hacemos todo lo posible para dar a conocer lo que nuestros alumnos realizan para Robocampeones. Así en las jornadas culturales que se realizan al final de curso, se lleva a cabo una exhibición de robots. De igual modo, una vez terminado Robocampeones se realiza un mural con las fotos hechas durante la competición. Sin duda es una actividad que llama la atención del alumnado en general.

## **Metodología de trabajo con los robots**

A lo largo de estos tres años participando en Robocampeones se ha mantenido una misma forma de trabajo que se ha visto mejorada por la adquisición de más material de robótica.

## Pruebas básicas

Previo a la preparación de las pruebas propias de Robocampeones, todos los grupos realizan una serie de pruebas básicas con el fin de que se familiaricen con el nuevo material y software. Estas pruebas consisten en realizar por ejemplo: un ángulo de 90°, llegar a una línea y detener el robot, chocar con un objeto y realizar un giro, seguir una línea negra, uso de saltos y condicionales, etc. Pasadas estas pruebas, donde los alumnos deben realizar un informe de las mismas, nos ponemos a trabajar con las pruebas propias de Robocampeones.

## Preparación de Robocampeones

Lo primero que hacemos para preparar Robocampeones es dividir las pruebas entre los distintos grupos que van a participar. Así al grupo de 1º Bachillerato dentro de su asignatura de Tecnología de la Información y de la Comunicación, se le asignó la prueba de *Fútbol* y a los alumnos de 4º de la ESO con la optativa de Tecnología se le encomendó la prueba del *Transportista*.

Seguidamente orientamos a los alumnos para que vaya realizando distintas fases en que la prueba puede ser dividida. Así por ejemplo les decimos que consigan seguir una línea negra, luego que hagan otro programa para coger una lata y un giro de 180°, etc. La idea es que no traten de abordar todas las fases de la prueba a la vez, si no poco a poco. Finalmente les ayudamos a dar forma a todos esos programas que tienen por separado.

Esta forma de trabajo nos está funcionando muy bien porque los alumnos se animan al ver como progresan con cada pequeña fase que superan.

Finalmente realizamos una competición interna y seleccionamos los 2 mejores robots, que serán los que llevemos a Robocampeones.

## Temporalización

Con el fin de preparar con el mayor tiempo posible Robocampeones, desde el Departamento se pensó en la siguiente temporalización de las Unidades Didácticas. Entorno a finales febrero los alumnos

realizan las pruebas básicas antes mencionadas. Éstas nos llevan cerca de un mes con lo que a finales de marzo se preparan las pruebas propias de Robocampeones. A pesar de esta antelación, siempre los días previos a la competición los alumnos que han sido seleccionados se ven depurando sus robots por las tardes (como todo buen proyecto que se precie).

La compra de más material de robótica nos ha permitido pasar de equipos de 4 personas en los dos primeros años a prácticamente trabajar en parejas. Esto también ha aumentado el interés del alumnado debido a que todos participan más en el proyecto.

### **Optimizar los recursos**

Quisiéramos indicar una temporalización que este último año nos ha permitido una mayor optimización de los recursos de robótica de este centro. Dado que la previsión para Robocampeones 2007 era repetir la prueba del *Fútbol*, durante el primer trimestre trabajamos esta prueba con los alumnos de 1º Bachillerato, a los que les facilitamos toda nuestra dotación de robots. Esto permitió trabajar en parejas. Una vez elegidos los cuatro robots que participarían en Robocampeones, se desmontaron los demás que quedaron disponibles para que en el mes de febrero el grupo de 4º ESO hiciese sus pruebas.

Es por esta razón por lo que, siempre que sea posible, es interesante conocer un borrador de las pruebas antes de Navidad. Un desafío más para los organizadores de Robocampeones.

### **Conclusión y agradecimientos**

En la situación educativa actual donde los estudios tecnológicos cada vez tienen menos peso dentro de la educación Secundaria, iniciativas de este índole son de una importancia vital para tratar de demostrar que la Tecnología es algo más que realizar un *trabajo manual* (como parece creer mucha gente), sino que es, entre otras muchas cosas, saber enfrentarse a un desafío y superarlo mediante la realización de un proyecto. Esta es la filosofía de la Tecnología y Robocampeones la explicita perfectamente.

Consideramos que en el mundo que vivimos, el estudio de las nuevas Tecnologías es fundamental y la aproximación a ellas a través de la robótica es un buen camino.

Animamos desde aquí a que Robocampeones siga adelante durante muchísimos años por su gran valor didáctico y por lo que ha supuesto de interés y motivación a nuestros alumnos hacia la Tecnología. GRACIAS por vuestro esfuerzo por iniciar y mantener este evento.



### **3.3. La importancia de RoboCampeones**

**Autor: Julio Sánchez Olías**

**Profesor de Tecnología IES Palas Atenea**

#### **Resumen**

Los alumnos de Tecnología del IES Palas Atenea, en Torrejón de Ardoz se han presentado dos años consecutivos al certamen RoboCampeones. A continuación presentaremos un análisis de la experiencia desde el Departamento de Tecnología. Se explicará cómo hemos enfocado las participaciones de nuestros alumnos desde un punto de vista didáctico, resumiremos las participaciones en las dos últimas ediciones, y valoraremos la influencia RoboCampeones en la docencia diaria de la materia.

#### **Introducción**

Durante las segundas jornadas de intercambio de experiencias sobre tecnología en educación secundaria de Madrid, en el mes de Noviembre de 2004, se presentó una ponencia en la que se explicaba cómo se había desarrollado la primera edición de RoboCampeones, que había tenido lugar ese mismo año.

Después de asistir a la charla, se planteó la posibilidad de que los alumnos de nuestro centro participasen en la siguiente edición. En un principio se pensó en que participasen alumnos de Tecnología Industrial II de 2 de Bachillerato. Si la experiencia tenía éxito, se iría ampliando, en posteriores ediciones, a los alumnos de Tecnología Industrial I de 1 de Bachillerato y de Tecnología de 4 de ESO. Es decir, ofreceríamos la posibilidad de participar a alumnos que cursasen asignaturas del departamento como optativas. De esta forma, pretendíamos asegurarnos de que los alumnos participantes tuviesen realmente interés por la materia de Tecnología. Además, también podría funcionar como gancho para que los alumnos escogiesen nuestra materia como optativa.

Por otra parte, el amplio currículo de la materia no nos permitía

dedicar un tiempo desproporcionado de los periodos lectivos de que disponemos para dedicarlo sólo a la construcción y programación de los robots del concurso (eso sin tener en cuenta que mientras en 4 de ESO y 2 de Bachillerato si existen contenidos relacionados con control o robótica, en 1 de Bachillerato tendría difícil cabida un tema de robótica). No queríamos dedicar la mitad del curso sólo a este tema, en detrimento del resto del currículo. Además, no todos los alumnos están interesados en participar en el certamen, por lo que no sólo no podíamos obligarlos a participar, sino que, de haberlo hecho, su aportación hubiese sido nula. Por último, también nos interesaba la cuestión de que los alumnos desarrollasen la mayor autonomía en el diseño, montaje y programación de los robots, con la menor intervención posible del profesor. En resumen, lo que pretendíamos, desde un punto de vista didáctico, era realizar una profundización en los aspectos del currículo relacionados con control y robótica.

Por ello buscamos la fórmula por la cual los alumnos interesados pudiesen participar, sin que nadie se sintiese obligado simplemente por una cuestión de mejorar sus notas o sin que afectase al desarrollo de la actividad docente "ordinaria". Finalmente, se decidió poner las siguientes condiciones para la participación en RoboCampeones:

- La actividad se realizaría fuera del horario lectivo, fijándose una tarde a la semana en la que se desarrollarían sesiones de unas tres horas para diseñar, montar y programar los robots participantes. De esta forma, no se interferiría con el desarrollo del currículo oficial.
- La participación en el concurso no tendría ninguna influencia en la nota final del alumno. Así se intentaban evitar agravios comparativos con los alumnos que no participaban, o que alguien que no estuviese interesado en el tema se apuntase sólo para subir su nota.
- Aparte de las clases que se darían al principio de la actividad, mostrando los rudimentos de robótica y de programación, todo el trabajo sería desarrollado por los alumnos, una vez se publicase el reglamento de las pruebas. Ellos decidirían a qué pruebas se presentarían, así como fabricarían y programarían el robot sin ayuda del profesor. Consideramos que los alumnos

aprenden mucho más y sienten una mayor satisfacción si ven el trabajo realizado como propio, independientemente de la posición final obtenida en el concurso. Para ello, hemos tratado de inculcarles la filosofía de que es mejor quedar los últimos con un robot totalmente suyo que alcanzar mejores posiciones con ayuda del profesor, siempre y cuando el robot cumpliera con las especificaciones del reglamento. En esta línea, intentamos también fomentar el lado lúdico del evento más que el competitivo, de tal forma que el día de la competición sea de disfrute del trabajo realizado a lo largo del curso, y no de tensión.

## Metodología

Durante la fase de aprendizaje, las primeras dos o tres semanas, vamos proponiendo a los alumnos problemas cada vez más complejos para que los vayan resolviendo hasta que finalmente les presentamos el reglamento con las pruebas en las que pueden participar. En ese momento, dejamos a los alumnos libertad total para montar y programar sus robots. Concretando más, la secuencia de los contenidos ha venido siendo la siguiente:

- Control de movimientos básicos con motores: adelante, detrás, giros, giros sobre el propio eje, etc., con control sobre la velocidad y la duración.
- Uso básico de sensores de posición y luz. Como práctica, los alumnos programan un robot capaz de seguir una línea recta, esquivando los obstáculos que se le presenten.
- Control de flujo de programa. Se enseña a los alumnos a programar tomas de decisiones (sentencias tipo if then else, anidadas o sin anidar, esperas, repeticiones bajo ciertas condiciones...). Una de las prácticas que hacen los alumnos es programar rastreadores con uno o dos sensores de luz.
- Uso de variables para control de programa. Como prácticas, proponemos a los alumnos la programación de un robot capaz de contar un cierto número de marcas en el suelo y de otro que sea capaz de seguir una fuente de luz, con un único sensor.

Como la fecha de RoboCampeones está muy cercana a la fecha en la que se celebra la jornada cultural de nuestro centro, hemos aprovechado esta última para hacer una "presentación en sociedad" de los robots con los que nuestros alumnos iban a participar. Hemos intentado introducir al alumnado del centro y al resto del profesorado en el mundo de la robótica, con demostraciones prácticas. En estas presentaciones condensábamos, en sesiones de unos 20 minutos, el trabajo de los meses anteriores. En vez de mostrar de sopetón los robots del concurso, lo que hacemos es ir mostrando ejemplos de cada uno de los aspectos que se han nombrado anteriormente. Primero un robot que esquiva obstáculos, luego un rastreador, y así robots cada vez más y más complejos. Esperamos así que el público se vaya dando cuenta de que la robótica es un tema que va bastante más allá de un juego, y que implica un enorme trabajo en diferentes ramas del área de tecnología. En la última parte de la presentación, mostramos los robots que los alumnos han preparado para RoboCampeones. En general, estas demostraciones han tenido una gran aceptación, especialmente por parte del alumnado.

## **RoboCampeones 2005**

Como ya se ha comentado anteriormente, nos planteamos nuestra primera participación como de forma más bien experimental, de tanteo. Por ello, se lo propusimos sólo a los alumnos de 2º de Bachillerato matriculados en Tecnología Industrial II, dado que era un grupo no muy numeroso, formado por alumnos con un rendimiento académico alto. En principio pensábamos que no iban a participar demasiados alumnos en el proyecto, pero finalmente se apuntaron 10 de los 13 alumnos matriculados en la asignatura.

Debido a su edad, aunque los alumnos tenían formación en control electrónico, ninguno la tenía en robótica, al haber impartido la Tecnología de ESO con el antiguo currículo, en el que no se incluía este tema. Por ello, el primer paso fue enseñarles a programar el robot de LEGO, y luego presentarles el reglamento del concurso, para que eligiesen las pruebas a las que deseaban presentarse. Finalmente, se presentaron únicamente a la prueba del pañuelo curvo, ya que no consiguieron solucionar de manera satisfactoria la otra prueba propuesta.

En cualquier caso, el resultado obtenido en la competición (caer eliminados en cuartos de final después de un encuentro muy reñido) a pesar del poco tiempo del que se había dispuesto para preparar la prueba, nos llevó a valorar positivamente la experiencia, y repetirla en el siguiente curso, con alumnos que ya tenían formación previa en el campo de la robótica.

## **RoboCampeones 2006**

En esta edición, hemos hecho extensiva la posibilidad de participar a los alumnos de 4º de ESO y 1º de Bachillerato, además de a los de 2º de Bachillerato. Se apuntaron suficientes alumnos como para formar 4 equipos, aunque finalmente tuvimos que refundir dos de ellos en uno único por la limitación en el número de equipos que cada centro podía presentar.

Las condiciones para participar han sido exactamente las mismas que pusimos el año anterior. En esta ocasión, a diferencia de la anterior, se ha producido un cierto número de "deserciones", aunque el grado de entusiasmo y dedicación de los alumnos que han llegado hasta el final en el proyecto ha sido muy alto.

Finalmente, fueron tres los equipos que participaron en la competición. Los tres presentaron robots a la prueba del transportista, y uno de ellos, además, a la de fútbol. Independientemente de los resultados obtenidos (que fueron variados, desde un tercer puesto hasta eliminación en la primera ronda) consideramos que hemos cumplido con creces los objetivos que nos habíamos propuesto inicialmente.

## **Conclusiones**

A grandes rasgos, podemos sacar las siguientes conclusiones sobre cómo ha influido RoboCampeones en nuestra manera de enfocar y enseñar Tecnología:

- Los alumnos han podido profundizar sus conocimientos en el mundo de la robótica. Hemos intentado que, a pesar de ser una competición, esta profundización se haya hecho desde una perspectiva lúdica. El salir de la rutina de la clase tradicional

puede haber ayudado a que los alumnos se hayan sentido más motivados a la hora de asimilar estos conocimientos.

- Como ya es sabido, la asignatura de Tecnología para la ESO, nació con un enfoque eminentemente procedimental, articulándose en torno al método de resolución técnica de problemas. Las diferentes reformas, aparte de reducir las horas lectivas de la materia, han tendido a reducir este carácter, para incrementar los contenidos puramente conceptuales. De esta forma, el tiempo que podemos dedicar en la práctica docente diaria al método de proyectos se ha visto reducido drásticamente.

Dado que se supone que uno de los objetivos de la materia es que el alumno aprenda a enfrentarse a problemas técnicos, y dado que formamos a futuros ingenieros, uno de nuestras prioridades debería ser precisamente introducir a los alumnos en dicho método.

RoboCampeones ha supuesto una oportunidad para poder trabajar con tiempo y en profundidad con el método de proyectos. Los alumnos se han tenido que enfrentar a un problema que precisaba de una solución práctica. Para encontrar esa solución, han tenido que usar conocimientos de diferentes aspectos del área (mecanismos, control, programación...) e integrarlos en un todo coherente y funcional. Por otra parte, la premura de tiempo y el escaso número de componentes de cada equipo ha provocado que los alumnos se den cuenta de la necesidad de hacer una distribución eficiente de las tareas. Es notable, en este aspecto, que en general se ha mantenido la armonía en los grupos. Cada miembro ha sido respetuoso con las ideas y trabajo de los demás, y cada uno se ha dedicado más a aquellos aspectos en los que era más eficiente, sin que hayan surgido envidias o celos. Creemos que esto es un indicador del grado de compromiso de los componentes de cada grupo con la tarea colectiva.

- La participación en el certamen ha servido también para que los alumnos pudiesen ver las diferentes soluciones (algunas mejores que las suyas, otras no tanto) que el resto de participantes

había dado al mismo problema. Éste es un aspecto importante, ya que han tenido la oportunidad de hacer un análisis crítico de su trabajo.

- Finalmente, también hemos dado a conocer al resto de la comunidad educativa el trabajo que han realizado los alumnos, no sólo para mostrar el resultado final, que para la gente no entendida puede ser una especie de juguete más o menos interesante, sino para intentar que se comprenda el enorme trabajo que han realizado los alumnos. Precisamente también es un objetivo mostrar al público el carácter integrador del área de Tecnología, con todos los aspectos que hemos señalado en un punto anterior. Ahora que vivimos tiempos duros para la materia, con la drástica reducción de las horas lectivas que vamos a sufrir, es más importante que nunca que la gente conozca y si es posible, valore, la importancia que tiene la educación tecnológica en la sociedad altamente tecnificada del siglo XXI.

En resumen, la valoración que se hace desde el departamento de estos dos años de participación es altamente positiva, y mientras sigamos teniendo alumnos dispuestos a embarcarse en el proyecto y nos acompañen las fuerzas y el presupuesto seguiremos participando en RoboCampeones.

### 3.4. Robocampeones y el área de tecnología

**Autor: Rafael Morales Caumel**

**Profesor de Tecnología IES Gran Capitán**

El auge creciente que está experimentando la robótica educativa en los centros de enseñanza secundaria de nuestra Comunidad se debe principalmente a dos factores: por un lado la aparición de nuevos recursos disponibles y por otro el marcado carácter multidisciplinar de este atractivo campo.

El primero de los factores ha sido clave para esta “revolución tecnológica”. La asignación de una **dotación específica en este campo para el área de Tecnología** supuso, a partir del curso 2002/2003, la posibilidad de abordar estos contenidos curriculares con ayuda de unos medios y unos recursos que hasta entonces era casi imposible adquirirlos con los presupuestos propios de cada Departamento. De hecho, la aplicación práctica del bloque específico de “Control y Robótica” se limitaba en muchos casos al control automatizado de proyectos ya realizados con unas limitadas y escasas tarjetas de control. Sin embargo, entre la reciente dotación nos encontramos con la posibilidad de disponer de numerosas unidades de control tipo RCX a las que pueden acoplarse de manera sencilla sensores y actuadores desarrollando montajes y construcciones fácilmente y programando el conjunto con un intuitivo lenguaje de control.

El segundo factor decisivo para este auge sin precedentes está favoreciendo la expansión de esta robótica educativa. En efecto, **el carácter multidisciplinar propio de la robótica** está sirviendo de apoyo al profesorado del área para integrar gran parte de los bloques tecnológicos establecidos en el currículo y que pueden abordarse en profundidad durante las fases de construcción y programación de un robot. Además, esta actividad práctica permite incluso enlazar con otras áreas como, por ejemplo, Matemáticas o Física.

A todo ello, debemos unir la motivación adicional que supone para el alumnado la construcción de un robot autónomo y la posibilidad de exhibir su funcionamiento fuera del aula, ya sea en



una feria o exhibición como, por ejemplo, la conocida “**Madrid por la Ciencia**”, o compitiendo con otros robots en concursos específicos para ellos como es el caso de **RoboCampeones**.

La primera edición de **RoboCampeones** se celebró en mayo de 2004 gracias al apoyo del **Ministerio de Ciencia y Tecnología** que financió este proyecto de difusión de la Ciencia y la Tecnología presentado por el Grupo de Robótica de la **Universidad Rey Juan Carlos**. En la actualidad, ya ha celebrado su cuarta edición y los índices de participación tanto de centros de enseñanza como de alumnos inscritos han sido muy significativos a lo largo de sus ediciones alcanzando una media de veinte centros participantes y más de un centenar de alumnos inscritos en cada edición

Este concurso-exhibición nació con el objetivo claro de acercar la Universidad a la Educación Secundaria dónde se encuentran los futuros alumnos universitarios y aunque aún es prematuro para hacer un balance de resultados lo cierto es que el profesorado participante podemos extraer algunas conclusiones de nuestra particular experiencia al frente de este alumnado especialmente atraído por este campo de la robótica.

En primer lugar, la aparición de RoboCampeones permitió a muchos alumnos de Tecnología mostrar sus ingenios y creaciones al resto de la comunidad educativa en un marco tan atractivo como lo es una Universidad, pero sobretodo les permitió demostrarse así mismos que el esfuerzo y la voluntad de superación tienen siempre su recompensa: en este caso, en forma de robot capaz de realizar la tarea que con tantas horas de trabajo les había costado construir y programar. Y además, en muchos casos esas horas de trabajo se extendían fuera del horario escolar para perfeccionar aún más los robots y sus programas de control.

Particularmente, esta actividad extraescolar fue orientada por mi parte dentro de las actividades a realizar en el área de Tecnología del nivel de cuarto de ESO, convirtiéndose en la actividad extraescolar por excelencia en la Programación anual del Departamento de Tecnología del **IES Octavio Paz** (Leganés). Así, los alumnos abordaban varios bloques de contenidos establecidos en el currículo y, en especial, el bloque de contenidos de “Control y Robótica”. Como proyecto globalizador de contenidos se les proponía la construcción

de un robot capaz de superar alguna de las pruebas establecidas en el reglamento del concurso de esa edición. En las dos primeras ediciones del concurso, la motivación fue tal que parte del trabajo de los alumnos se realizó fuera del horario lectivo a petición de los propios alumnos para mejorar y perfeccionar los robots ya construidos y programados.

En la tercera edición, RoboCampeones 2006, y ya integrado en un nuevo Departamento de Tecnología perteneciente al **IES Gran Capitán** (Madrid), se orientó la propuesta de participación en forma de proyecto experimental denominado “Taller de Robótica” como actividad extraescolar a desarrollar exclusivamente **fuera del horario escolar y con carácter voluntario** para todos los alumnos del centro interesados en la robótica. En este último caso, es donde particularmente los resultados han sido **más satisfactorios y enriquecedores** tanto para el alumnado participante, en su mayoría alumnos de tercero de ESO, como para el profesorado integrante del Departamento de Tecnología. En el caso de los alumnos porque sus “ingenio” llegaron a las finales de cada una de las pruebas (Transportista y Fútbol) logrando un éxito sin precedentes y en el caso de los profesores porque nuestra aportación pedagógica fue lograr transmitir al alumno la motivación necesaria para afrontar un reto, y tras meses de trabajo, superarlo con éxito.

En la cuarta edición, RoboCampeones 2007, y debido al éxito obtenido el año anterior la demanda de alumnos interesados en asistir a este ?Taller de Robótica? se disparó y de nuevo los miembros del Departamento repitieron por segundo año consecutivo la experiencia, ampliando la oferta de las actividades a otros proyectos de robótica y todo ello también en horario extraescolar y con carácter voluntario. El resultado final fue un meritorio tercer puesto obtenido por los alumnos de 2º de ESO en la prueba del “Transportista” y un nuevo triunfo en la prueba “Soccer 2+2” logrando, los alumnos de 4º de ESO, el primer puesto en esta prueba.

Como conclusión definitiva que puede extraerse de la experiencia vivida en estas cuatro ediciones de RoboCampeones es que actividades como ésta pueden **despertar el interés** en el alumnado por las áreas relacionadas con las **Ciencias y la Tecnología** y favorecer una vocación ligada al estudio de estas disciplinas. Téngase en cuenta que el abanico de disciplinas técnicas (mecánica, electricidad,

electrónica, informática, diseño, etc) que se despliegan en el desarrollo de un robot y su posterior programación es muy amplio por lo que es fácil prever que alguna de ellas pueda atraer el interés del alumno y desarrollar una motivación suficiente que permita abrir el camino hacia esa carrera técnica.

En definitiva, esperemos que el ejemplo de Robocampeones se extienda y otras Universidades tomen buena nota de este original proyecto y comprendan que nuestros alumnos de hoy serán sus alumnos de mañana.

## 3.5. Robótica con LEGO en los institutos

**Autor:** Víctor Gallego

**Profesor de Tecnología del I.E.S. Jovellanos de Fuenlabrada**

### Introducción

A mediados de 2003 llegaron a los departamentos de Tecnología de los institutos unas nuevas dotaciones de ¿Lego? Los que sentimos la curiosidad de abrirlas, pronto descubrimos que se trataba de un magnífico material didáctico, con un enorme potencial. Aquellos ladrillos, engranajes y motores eran una invitación a una nueva forma de enseñar contenidos relacionados con la Robótica y otras ramas afines de la ingeniería.

### ¿Cómo podríamos aprovechar estos nuevos recursos?

La primera preocupación que tuvimos fue si seríamos capaces de gestionar el adecuado uso de las equipaciones. Por otro lado, íbamos a necesitar mejorar claramente la dotación inicial, a todas luces insuficiente. Enseguida nos dimos cuenta que, a pesar de nuestros recelos iniciales, los alumnos respetaban el material en cuanto tenían ocasión de disfrutar de él. El control se reducía a los microcontroladores RCX, motores y sensores, de forma que cada grupo se responsabilizaba de los que se les entregaba. La segunda cuestión, completar la pobre dotación inicial, iba a requerir de más imaginación. La dotación incluía tres kits completos, dos torres de infrarrojos extras y una docena de RCXs. Decidimos comprar algunos motores y sensores adicionales. Además, descubrimos rápidamente, gracias a la comunidad de usuarios de Lego en Internet, lo fácil y didáctico que resulta construir sensores caseros que funcionan al menos tan bien como los comercializados por Lego. Serían nuestros alumnos los que construirían sensores y actuadores que insertarían en ladrillos de Lego para compatibilizarlos con el resto del material. Así, por el precio

de un sensor comercial, podíamos construir, y a la vez aprender el funcionamiento, de una docena de ellos. Todos los años construimos una nueva remesa y solemos incorporar algún tipo nuevo.

Al cabo de tres años de inversión en material de Lego, hemos conseguido disponer de una equipación completa por cada tres alumnos.

Otro uso que hemos hecho del material de Lego, fundamentalmente RCXs y sensores, es el de automatizar proyectos típicos del aula-taller de Tecnología, contruidos con madera, motorcillos, reductoras, etc. El RCX aporta la facilidad de programación de estos proyectos, lo que ha mejorado la tasa de proyectos finalizados con éxito.

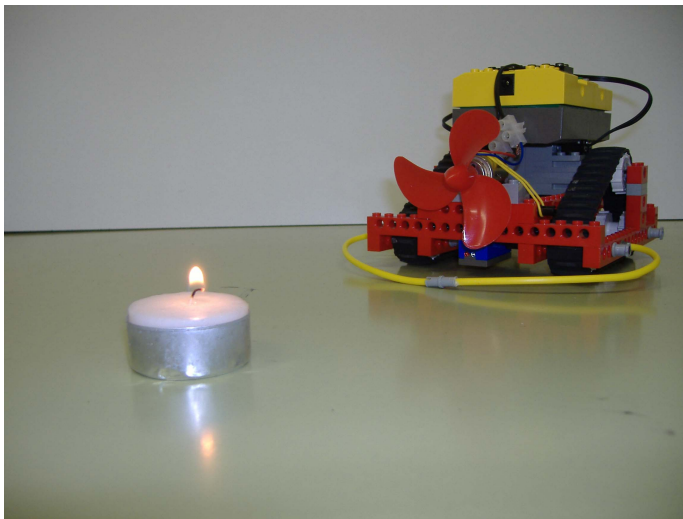


Figura 3.1: Robot Bombero.

### **¿Qué áreas del Currículo pueden trabajarse con estos materiales?**

Nosotros venimos trabajando con el material de Lego Mindstorms en 4º curso de la E.S.O. Es evidente que encaja perfectamente en el bloque de Robótica. Aporta la rapidez y la flexibilidad necesarias para desarrollar proyectos prácticos y motivadores con los alumnos. Así, podemos recorrer todo el proceso del desarrollo

de proyectos tecnológicos, desde una especificación inicial hasta la construcción de un prototipo que cumpla con ella, en un tiempo muy razonable.

Pero es que, además, podemos incluir en el bloque de Electrónica todo el proceso de diseño de sensores caseros. Analizar, para luego construir nuestros sensores compatibles, se ha convertido en una interesante y motivadora práctica para nuestros alumnos. Así, cada grupo de alumnos construye un sensor de contacto, otro de luz y algún otro modelo (temperatura, rotación, inclinación, etc).

En el bloque de Dibujo Asistido por Ordenador hemos incluido alguna práctica de diseño de modelos en 3D de proyectos de Lego. El programa elegido para ello es el **MLCAD**, de libre distribución y que permite incluso elaborar instrucciones paso a paso de los modelos que construimos, para poder luego compartirlos con la comunidad de usuarios de Lego.

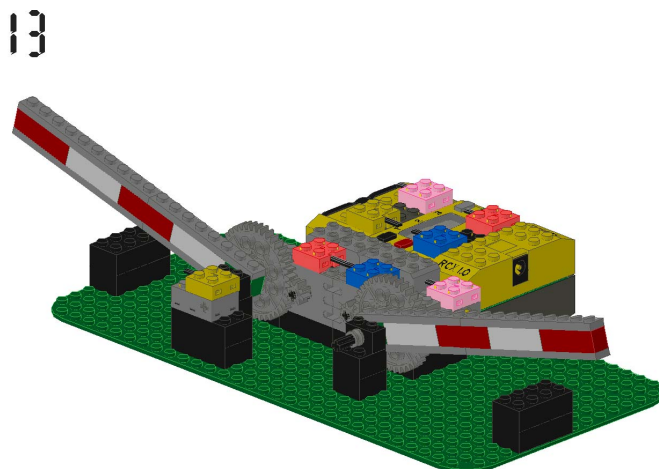


Figura 3.2: MLCAD.

Por otro lado, nuestros alumnos aprenden las nociones fundamentales de programación, mediante los robots Lego. Hemos visto estos años que resulta mucho más motivador para ellos programar robots móviles, que ver en la pantalla del ordenador dibujos, figuras y textos (al modo de los resultados de lenguajes tan extendidos

como Logo). Los conceptos básicos de la programación, como diagramas de flujo, procedimientos, funciones, variables, bucles, etc..., se asimilan así con gran facilidad, ganando en concreción. Venimos utilizando dos lenguajes de programación:

1. **Robolab**: se trata del software de programación incluido en la dotación inicial recibida en los institutos. Es un lenguaje visual basado en la construcción del programa a base de secuenciar una serie de iconos intuitivos y elaborar con ellos su diagrama de flujo. A continuación, estos programas son descargados en el robot y se analiza su correcto funcionamiento viendo el resultado que se obtiene al ejecutarlo en la máquina.
2. **NQC**: es un lenguaje de programación desarrollado por Dave Baum, de libre distribución, cuyos comandos y sintaxis recuerdan al C, aunque bastante más simplificado. Con él nuestros alumnos pueden utilizar un lenguaje más semejante a los que se encontrarán en el futuro si desean seguir programando. Es bastante más completo que Robolab y solamente lo empleamos con los alumnos más interesados y aventajados.

## El salto definitivo

A principios de 2004 llegó a nuestro conocimiento, casi de casualidad, que la Universidad Rey Juan Carlos estaba intentando organizar un evento para fomentar el interés de los jóvenes estudiantes en las Ciencias y la Tecnología. Consistiría en una competición anual en la que diferentes equipos de institutos y colegios de la Comunidad de Madrid se juntarían para compartir su pasión por la robótica con Lego. Para nosotros, profesores, se trataba de una oportunidad magnífica de motivar a unos chicos bastante desinteresados en general en los temas relacionados con las Ciencias. Pudimos, además, ponernos en contacto con otras personas, compañeros en el ámbito educativo, que compartían el interés por la Robótica educativa. Es decir, que serviría también como un foro de intercambio de ideas y vivencias de nuestro quehacer diario en las aulas de Tecnología.

Desde el primer momento nos dimos cuenta del interés que despertó la actividad. ¡Todos nuestros alumnos querían participar! Aunque intentamos realizar una selección endureciendo las condiciones

para ser admitidos (trabajar en recreos, fuera del horario lectivo, ...), tuvimos que dejar a muchos chicos fuera. A pesar de ello, todos los años les hemos llevado a Robocampeones como espectadores, para apoyar el trabajo de sus compañeros, lo que en más de una ocasión ha podido ser un problema para la organización, que siempre se ha mostrado comprensiva.

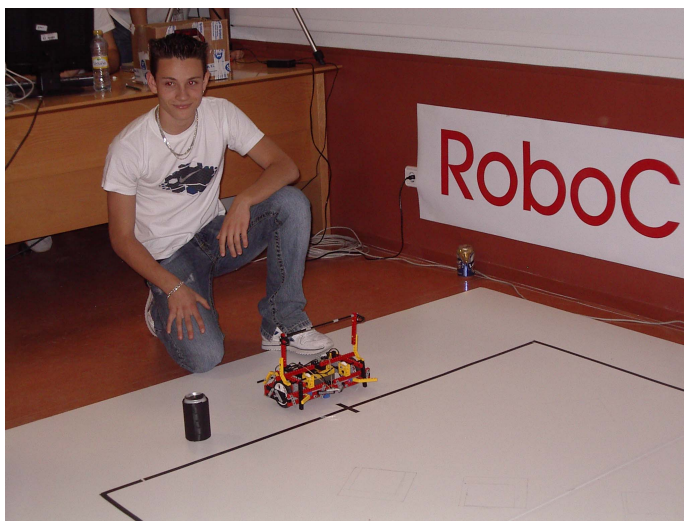


Figura 3.3: Robocampeones 2005.

Tras un par de meses de duro trabajo, llegó el día de la competición. Allí nos juntamos profesores y alumnos de todo Madrid. Para la mayoría de nuestros alumnos, era la primera vez que entraban en un campus universitario. Se mostraban ansiosos por calibrar sus robots, medir las condiciones ambientales de la sala en la que se celebraría la competición, “espiar” los modelos de los competidores, realizar modificaciones de última hora, .... En fin, se les veía contentos y deseosos de empezar. Después de toda la mañana compitiendo, y aunque no tuvimos mucho éxito, los chicos se fueron satisfechos y deseando volver en la siguiente edición.

Gracias a la continuidad que la URJC ha dado a este encuentro, todos los años hemos venido repitiendo participación con nuevos alumnos, siempre ilusionados. Año tras año, al comenzar el curso, lo primero que preguntan es si podrán ir a Robocampeones, del que han oído hablar a sus compañeros mayores.



## ¿Qué nos ha aportado Robocampeones estos años?

En primer lugar una magnífica oportunidad de involucrar a nuestros alumnos en una actividad motivadora, que nos permite a todos disfrutar más de nuestra relación en el instituto.

Por otro lado, hemos conseguido el apoyo de nuestro centro para mejorar la dotación inicial de robótica que teníamos.

También hemos consolidado la presencia de nuestro Departamento de Tecnología, cuya consideración y aprecio por parte del resto de la comunidad educativa ha aumentado a lo largo de estos años. La asignatura optativa de Tecnología en 4º curso de la E.S.O. es la más demandada por los alumnos de nuestro instituto, gracias en gran medida a este tipo de actividades complementarias. Todos los años vemos como el interés por la robótica crece.

La experiencia y el conocimiento acumulados nos han permitido afrontar nuevos retos, como la participación durante estos dos últimos años en la Feria de Madrid por la Ciencia con proyectos relacionados con la Robótica educativa (“Taller de Matemáticas del S.XXI: Roboprofesores”; “100 años de Robótica: ¡Robots por todas partes!”), que han sido un gran éxito de participación.



Figura 3.4: VII Feria de Madrid por la Ciencia.

Para concluir, no queremos dejar de agradecer el esfuerzo que

la URJC viene haciendo año tras año por fomentar el interés de nuestros jóvenes por las áreas técnicas y científicas, reforzando el trabajo que día tras día desarrollamos en los institutos de secundaria. Le deseamos una larga vida a Robocampeones, que siga creciendo año tras año y que nos permita seguir disfrutando de esta maravillosa experiencia con nuestros alumnos.

# Capítulo **4**

## Reglamento RoboCampeones 2007

### 4.1. Introducción

El presente reglamento se aplicará a todas las pruebas de la competición RoboCampeones 2007.

#### 4.1.1. Equipos

- a** Cada equipo estará formado por un mínimo de 2 alumnos y un máximo de cuatro.
- b** Los miembros del equipo, en el momento de celebrarse las pruebas, estarán cursando Educación Primaria o Educación Secundaria (incluyendo hasta Segundo de Bachiller y Formación Profesional Grado Medio).
- c** Un mismo equipo puede presentarse a una o a las dos pruebas.
- d** En caso de que un mismo equipo se presente a dos pruebas deberá estar formado obligatoriamente por cuatro alumnos.
- e** Todos los equipos estarán tutelados por un profesor/entrenador.
- f** Cada centro educativo puede participar como máximo con dos equipos por prueba. De este modo pueden participar hasta 16 alumnos en RoboCampeones: 2 equipos de 4 alumnos en la

prueba del transportista y 2 equipos de 4 alumnos en la del fútbol.

### 4.1.2. Robots

#### Construcción

- a Los robots estarán contruidos *únicamente por piezas de LEGO* de cualquier tipo.
- b Cada robot tendra un único controlador RCX.
- c La alimentación del robot será las propias baterías o acumuladores del RCX. No están permitidos paquetes adicionales de baterías ni estar conectado a la red eléctrica durante la competición.
- d No está permitido sujetar las piezas por medios externos, como cinta adhesiva, pegamento, tornillos...
- e Sí se podrán utilizar materiales como cartulina, cinta adhesiva... con fines ornamentales. También se pueden usar gomitas, cinta adhesiva, etc. para sujetar o colocar *los cables*, o para adecuar el funcionamiento de los motores y sensores, pero nunca con fines estructurales.

#### Control

- a Los robots deben ser completamente autónomos.
- b La puesta en marcha de los robots se hará manualmente por uno de los miembros del equipo.
- c No está permitido el uso de controles remotos de ningún tipo.

#### Programación del RCX

- a Está permitido utilizar cualquier lenguaje, firmware y entorno de programación para generar el código del RCX (RCX-code, NQC, C, Java, Robolinux, Robolab, Labview...).

## 4.2. Prueba A: El Transportista

### 4.2.1. Objetivo

El propósito de esta prueba es construir un robot capaz de seguir una línea de forma que pueda coger y transportar latas de refresco de un extremo a otro de la línea.

### 4.2.2. Campo de juego

En la figura 4.3 se muestra un ejemplo de posible pista para esta prueba.

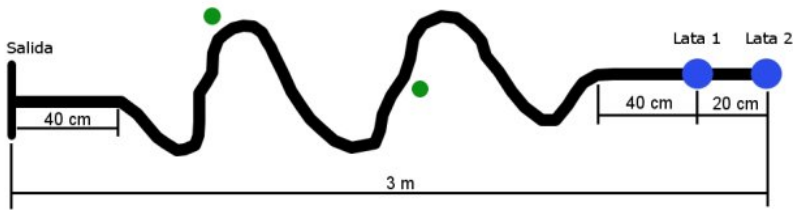


Figura 4.1: Campo Transportista

### Dimensiones

- a La longitud máxima del campo será de 244 centímetros medidos en línea recta desde el comienzo hasta el final del campo.
- b La anchura máxima del campo será de 122 centímetros, y habrá siempre una distancia mínima entre el recorrido y los bordes laterales del tablero de 15 centímetros.
- c Desde el comienzo hasta el primer giro habrá una distancia nunca inferior a 30 cm.
- d Desde el último giro hasta la primera lata la separación mínima será de 30 cm.
- e La separación mínima entre los centros de las latas es de 20 cm.

## Suelo

- a El suelo será una superficie lisa y nivelada.
- b Puede estar formada por un papel impreso o por un tablero blanco de madera adecuadamente marcado.
- c Podrá colocarse directamente sobre el suelo o sobre una mesa o peana.

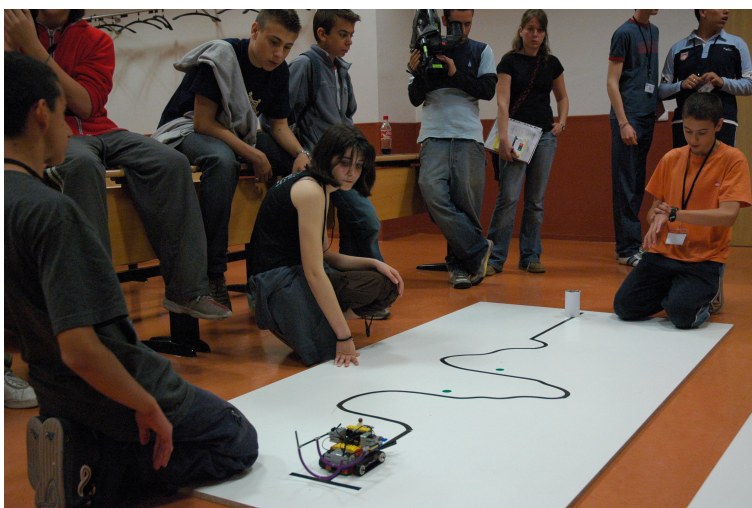


Figura 4.2: Ejemplo de recorrido

## Línea de salida

- a La línea de salida será de color negro, perpendicular a la línea del recorrido y con una longitud mínima de 20 cm.
- b La anchura de la línea tendrá un mínimo de 1'5cm y un máximo de 2cm.

## Línea de recorrido

- a La línea de recorrido será de color negro.

- b** La anchura de la línea tendrá un mínimo de 1'5cm y un máximo de 2cm.
- c** El trazado inicial y final sera recto durante un mínimo de 30 cm al comienzo y de 50 cm al final. El resto del trazado podrá tener cualquier curvatura y geometría.

### **Puntos de repostaje**

- a** Se definen dos puntos de repostaje en el circuito.
- b** Los puntos de repostaje serán dos círculos de color verde de un diámetro de 3 cm.
- c** Los puntos de repostaje podrán estar a cualquier lado de la línea de recorrido estando separada de ésta 5 cm (distancia entre bordes).

### **Latas**

- a** Se colocarán dos latas en posición vertical situadas en el medio de la línea, tal y como se muestra en la figura 4.1.
- b** Se utilizarán latas de refresco vacías de 33cl.
- c** Las latas estarán lastradas de forma que su masa total sea de aproximadamente 100 gr. En concreto se introducirán 3 pilas gastadas del tipo "AA" (como las que se usan en el RCX) en una lata vacía.
- d** Las latas será de color blanco, bien pintadas o forradas con cartulina de dicho color. En el caso de estar forradas, la cartulina estará fija a la lata de forma que no se deslice cuando se levante.

### **4.2.3. Robots**

- a** Cada equipo estará compuesto por un único robot.
- b** No hay limitaciones respecto de la forma o el tamaño del robot.

#### **4.2.4. Desarrollo de la prueba**

##### **Preparativos**

- a Los equipos podrán acceder al campo de juego antes de comenzar la competición para realizar labores de calibración y verificación.
- b En la medida de lo posible se intentará que también se puedan realizar estas labores en los intermedios entre las distintas fases de la competición.

##### **Duración de la prueba**

- a La prueba tendrá una duración máxima de 5 minutos.
- b Cuando el robot termine la prueba, o el tiempo para la misma se termine, el equipo participante recibirá la puntuación correspondiente según se indica en el apartado 4.2.5.

##### **Inicio de la prueba**

- a El robot se colocará *detrás de la línea de salida*.
- b Ninguna parte de la proyección vertical del robot podrá tocar la línea de salida.
- c Cuando el árbitro dé la señal, uno de los miembros del equipo pondrá en marcha el robot de forma manual. En ese momento también se pondrá en marcha el reloj de la prueba.
- d Una vez puesto en marcha, el robot comenzará a moverse de forma ineditata, siguiendo la línea del recorrido.

##### **Navegación**

- a El comportamiento fundamental del robot es el de un "sigue líneas".
- b El robot deberá seguir la línea de recorrido en todo momento, no se permiten atajos entre las curvas del recorrido.



- c** Si por alguna razón el robot perdiese la línea del recorrido, el robot deberá intentar buscarla.
- d** Sólo se permite abandonar la línea intencionadamente en el caso de que fuese necesario realizar un cambio de sentido. Se deberá realizar la maniobra en el menor espacio posible para retomar la línea del recorrido.

### **Repostaje**

- a** A lo largo del recorrido hay dos puntos de repostaje señalizados con un círculo verde, tal y como se indica en el apartado 4.2.2.
- b** Para efectuar el repostaje, el robot deberá detenerse durante un mínimo de un segundo a la altura del punto de repostaje.
- c** El robot podrá repostar en todos y cada uno de los puntos de repostaje por los que pase y tantas veces como pase por encima de ellos.
- d** Cada vez que el robot efectue un repostaje válido acumulará puntos según se indica en el apartado 4.2.5.

### **Transporte de las latas**

- a** Una vez que el robot llegue siguiendo la línea de recorrido hasta la posición donde se encuentran las latas, deberá coger una de ellas.
- b** Las latas pueden ser levantadas, arrastradas o transportadas.
- c** Las latas no pueden ser tiradas ni rodadas.
- d** Si la lata cae al suelo, tanto al cogerla como al transportarla, el robot deberá comenzar de nuevo desde la línea de salida perdiendo los puntos de ese recorrido.
- e** La lata deberá ser depositada pasada la línea de salida y sin que toque a esa línea. Si la lata toca la línea de salida o se queda antes de llegar a esta, se perderán los puntos del transporte, pero no los de repostaje.

- f Una vez depositada la primera lata, el robot deberá repetir el proceso para transportar la segunda lata.
- g Para evitar que las dos latas interfieran en la zona de salida, una vez que el robot consiga transportar la primera y la suelte, ésta podrá ser retirada por uno de los miembros del equipo. No está permitido arrebatarse la lata al robot, sí retirarla una vez que éste la ha depositado y ya no está en contacto con ella. Si el robot emprende la marcha hacia la segunda lata sin necesidad de que ninguna persona le retire la primera lata el robot acumula más puntos que si necesita que se la retiren.

### **Conclusión de la prueba**

- a La prueba terminará cuando el robot haya conseguido transportar las dos latas a la línea de salida.
- b Una vez depositada la segunda lata, el robot se detendrá de forma automática.

### **4.2.5. Puntuación**

- a Cada repostaje efectuado valdrá 15 puntos.
- b Cada lata transportada correctamente valdrá 30 puntos.
- c Si el robot se detiene él sólo al terminar la prueba, suma 20 puntos.
- d Si se termina la prueba antes del tiempo máximo estipulado en el apartado 4.2.4 se obtendrá una bonificación añadiendo tantos puntos como segundos resten a la diferencia entre el tiempo máximo y el tiempo empleado.
- e Si el robot no necesita que le retiren la primera lata para cambiar el sentido de la marcha y encaminarse hacia la segunda lata, suma 20 puntos.
- f Si el robot deposita las latas verticalmente, suma 5 puntos por cada lata.

## 4.3. Prueba B: Fútbol 2+2

### 4.3.1. Objetivo

El propósito de esta prueba es realizar un pequeño partido de fútbol entre dos equipos formados por dos robots móviles cada uno, mediante el uso de un campo y pelota de juego especiales que permitan la orientación de los robots y la localización de la pelota en todo momento.

### 4.3.2. Campo de juego

#### Tamaño

- a Las dimensiones totales del campo de juego serán de 183 cm por 122 cm.

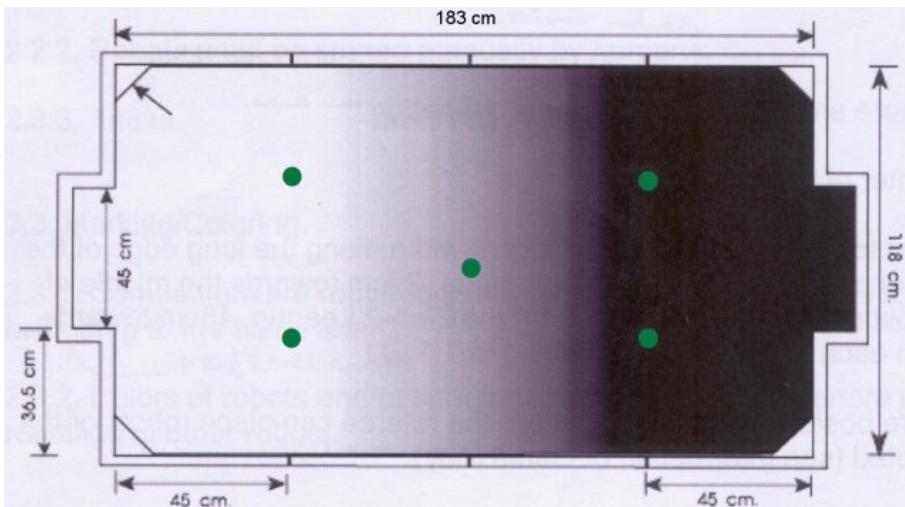


Figura 4.3: Campo de fútbol

- b Como se muestra en las figuras 4.3 y 4.5, cada esquina está formada por un triángulo elevado para evitar que la pelota se atasque en esa zona. En concreto el triángulo tiene 25cm en el lado que se apoya en el suelo y se eleva 10cm desde el suelo. En total, desde la esquina penetra unos 17cm en la línea de fondo y 17cm en la línea de banda.

## Suelo

- a El campo de juego estará cubierto mediante un papel en el que estará impreso un degradado de grises, del negro al blanco, en tonos mate.
- b El campo de juego estará situado de forma que se encuentre plano y nivelado, pudiendo estar encima de una mesa o en el suelo.
- c La organización de Robocampeones-2007 suministrará a cada centro participante un papel impreso con el degradado de grises para construir un campo de pruebas.



Figura 4.4: Ejemplo de campo de juego

## Paredes

- a El campo estará delimitado por paredes de madera (aglomerado, contrachapado...) a lo largo de todo su perímetro, incluso por detras de las porterías.
- b La altura de las paredes será de 20 cm.
- c Las paredes estarán pintadas en su parte interior mediante pintura negra mate.

### Porterías

- a El ancho de cada portería es de 45 cm y estará centrada en cada uno de los lados más cortos del campo
- b Las paredes del interior de cada portería estarán pintadas con pintura gris mate (25 % de negro y 75 % de blanco). El suelo del interior de cada portería será blanco para una y gris mate para otra, según muestra la figura 4.5.

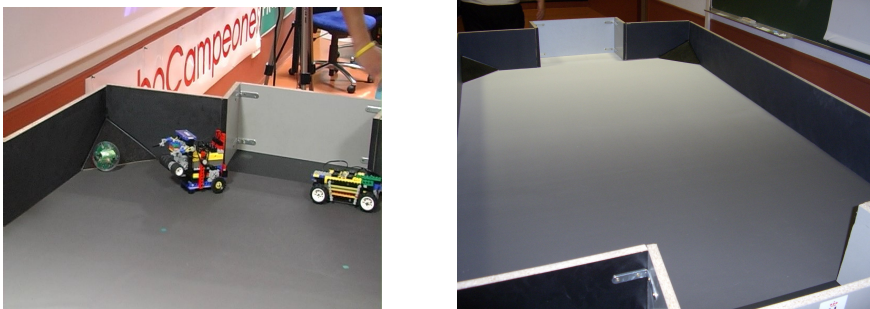


Figura 4.5: Detalles del campo de juego

### Bola de juego

- a La bola de juego es una esfera de plástico de unos 7 cm de diámetro que emite luz infraroja de una forma más o menos uniforme (figura 4.6).
- b La bola se alimenta de forma autónoma mediante unas baterías recargables alojadas en su interior.
- c La bola dispone de un interruptor para su encendido y de un LED verde que nos indica el correcto estado de las baterías.
- d La organización suministrará a todos los participantes una bola de estas características para poder realizar las pruebas y ajustes necesarios de los robots.



Figura 4.6: Bola emisora de infrarrojos para el futbol

### **Puntos muertos**

- a Se situarán en el campo de juego un total de 5 puntos muertos.
- b Uno de ellos está en el centro del campo.
- c Los otros cuatro restantes estarán proximos a cada una de las esquinas, situados a 45 cm de cada portería y alineados con cada uno de los extremos de la misma.
- d Los puntos muertos o neutrales son posiciones del campo donde el árbitro situará los robots o la bola de juego en el caso de que se produzca una "interrupción del juego"(Ver la sección 4.3.4).
- e Los puntos neutrales estarán marcados mediante pequeños círculos de color verde y de 1 cm de diámetro como máximo.
- f La bola de juego se situará en uno de los puntos neutros de la zona de gol (el más proximo) si sucede una interrupción del juego en el área de gol.
- g La bola de juego se situará en el punto neutro central si sucede una interrupción del juego en el área central.

### **Condiciones de iluminación**

- a** Los equipos deberán venir preparados para ajustar los robots en función de las condiciones de iluminación de la sala.
- b** La organización procurará que los niveles de iluminación del campo sean lo más bajos y homogéneos posibles.
- c** Resulta muy aconsejable que los participantes diseñen sus robots para que puedan funcionar en condiciones de iluminación variables.

### **4.3.3. Robots**

#### **Equipos**

- a** Un equipo estará formado por un total de 2 robots.
- b** Uno de los robots ejercerá de portero y el otro de defensa/delantero.

#### **Dimensiones y requisitos de construcción**

- a** Los robots serán medidos en su posición vertical y con todas sus partes móviles extendidas.
- b** En esas condiciones, el robot debe poder introducirse en un cilindro de 20 cm de diámetro.
- c** La altura máxima del robot será de 20 cm.
- d** Los robots deberán estar marcados o decorados para que resulte fácil identificarlos como pertenecientes a un mismo equipo.
- e** Los colores y materiales de la decoración de los robots no debe interferir en los sensores de lectura de luz de los otros robots. En particular, sus sensores de luz que no estén mirando al suelo deben tener el emisor tapado y configurado desde los programas como sólo lectura. De esta manera evita confundir a los otros robots cuando éstos buscan la luz de la pelota.

f La pelota no podrá entrar más de 2cm en cualquier parte del robot que pueda ser usada para retener o pasar la pelota. Hay que tener especial cuidado con aquellas partes entrantes del robot en las que la pelota puede quedar retenida para avanzar con ella o para çhutar”.

g Cualquier incumplimiento de estos requisitos de construcción supondrá la descalificación automática del equipo.

#### 4.3.4. Desarrollo del juego

##### Preparativos

a Los equipos podrán acceder al campo de juego *antes* de comenzar la competición para realizar labores de calibración y verificación.

b En la medida de lo posible se intentará que también se puedan realizar estas labores en los intermedios entre las distintas fases de la competición.

##### Comprobación de los robots



Figura 4.7: Comprobación de los robots



- a** Los robots serán comprobados por los jueces antes de tomar parte en la competición.
- b** Para comprobar correctamente que un robot cumple con las dimensiones especificadas en el apartado 4.3.3, el robot deberá permanecer en su posición de funcionamiento con las partes móviles extendidas a su máxima longitud. En esa situación el robot debe caber en un cilindro de 20 cm de diámetro. Si no es así el robot *no podrá participar*.
- c** Se comprobará explícitamente que los sensores de luz susceptibles de confundir a otros robots tienen el emisor tapado y configurado desde los programas como sólo lectura. De esta manera se impide interferir con otros robots cuando éstos buscan la luz infrarroja de la pelota. No es necesario tapar el sensor de luz que apunta al suelo, porque no es susceptible de confundir a otros robots.
- d** Si los robots son modificados durante el desarrollo de la competición, es obligación del equipo solicitar una nueva verificación por parte de los jueces.
- e** Ningún robot que no haya sido verificado por los jueces podrá tomar parte en la competición. En caso contrario será descalificado de forma inmediata.

### **Duración del partido**

- a** Cada partido constará de dos tiempos de 3 minutos cada uno.
- b** Se establecerá una pausa entre cada uno de los tiempos, lo justo para cambiar de campo y de programa (quien lo necesite).
- c** Los equipos que no estén presentes en el momento de comienzo del partido serán penalizados con un gol en contra por cada minuto de retraso.
- d** Si un equipo no se presenta transcurridos 5 minutos de la hora de comienzo de juego, perderán el partido con un resultado en contra de 5-0.

### **Comienzo del partido**

- a** Al comienzo del primer tiempo se procederá al sorteo de los campos mediante el uso de una moneda.
- b** El equipo ganador del sorteo elegirá el campo y comenzará en ataque.
- c** En el segundo tiempo se intercambiarán los campos y el que comenzó el partido en ataque comenzará el segundo tiempo en defensa.

### **Saque inicial**

- a** Cada tiempo comienza con un saque inicial desde el centro del campo.
- b** Todos los robots deberán colocarse en su lado correspondiente del campo.
- c** Todos los robots deberán estar parados.
- d** La bola será colocada por el árbitro en el centro del campo.
- e** Los robots del equipo que comienza jugando en defensa deberá colocarse a un mínimo de 30 cm de la bola.
- f** El equipo que comienza jugando en defensa colocará los robots en el campo en primer lugar. Uno de los robots se colocará en la zona de la portería. Una vez situados los robots, no podrán ser reposicionados.
- g** El equipo que comienza jugando en ataque pondrá un robot cerca de la bola.
- h** El árbitro podrá modificar la colocación de los robots si así lo estima oportuno.
- i** A una señal del árbitro todos los robots serán puestos en marcha por un miembro de cada equipo.

- j** Cualquier robot que comience a moverse antes de la señal del árbitro, será retirado del campo y tratado como un “robot estropeado” (ver apartado 4.3.4).

### **Miembros del equipo**

- a** En general, no se aceptará el movimiento de los robots por ninguna persona miembro del equipo.
- b** Un miembro del equipo sólo puede mover un robot bajo petición directa del árbitro.
- c** Antes del comienzo de cada tiempo, cada equipo deberá designar a uno de sus componentes para que actúe como capitán. Es el capitán el único que podrá arrancar, colocar, quitar y reemplazar los robots durante el partido, según las normas y las instrucciones del árbitro.
- d** Los demás miembros del equipo deberán permanecer separados del terreno de juego.

### **Movimiento de la bola**

- a** Ningún robot puede “sujetar la bola”. Se entiende por “sujetar la bola” tomar control de la misma impidiendo que se pueda mover libremente para ningún lado.
- b** La bola no puede ser mantenida debajo de un robot.
- c** La bola tiene que estar visible en todo momento.
- d** El resto de los robots jugadores deberán poder acceder a la bola.

### **Porteros**

- a** El portero podrá desplazarse lateralmente y avanzar.
- b** Se define “zona de portería” como el rectángulo entre los postes y los dos puntos muertos más próximos. Si el robot portero se queda detenido fuera de esa “zona de portería” el árbitro lo

considerará como “robot dañado” y podrá ser recolocado en la zona de portería.

- c Quedarse detenido dentro de la “zona de portería” es legal. En ese caso no se considerará al portero como “robot dañado”.
- d El portero no podrá permanecer en la zona interior de la portería (zona pintada en gris) más que el tiempo necesario para situarse.

### **Falta de progreso**

- a Esto ocurre si la pelota se atasca entre múltiples robots, o entre uno o varios robots y la pared, o cuando el árbitro considera que la bola no tiene posibilidad de moverse.
- b También se produce una “falta de progreso” cuando la bola no es tocada por ningún robot en al menos 20 segundos y parezca que ningún robot tenga posibilidades de tocar la pelota.
- c Cuando se produzca una “falta de progreso” la bola será movida al punto muerto libre más próximo a la posición de la pelota.
- d Cuando los robots sean liberados mediante el uso de pequeños movimientos por parte del árbitro, los porteros serán mantenidos en la misma posición.
- e Cuando se produzca una situación de falta de progreso, cualquier robot situado tras la línea de gol será movido fuera del área de gol.

### **Robots dañados**

- a Si un robot no se mueve durante un periodo de al menos 20 segundos y/o no reacciona ante la pelota, será considerado por el árbitro como un “Robot Dañado”.
- b El árbitro o los jugadores pueden retirar un “Robot Dañado” del campo.

- c** Un “Robot Dañado” puede regresar con el permiso del árbitro a un punto neutral que este próximo al lugar de donde fue retirado y que no le suponga ninguna ventaja.
- d** Los porteros “dañados” regresarán al area de la portería.
- e** El juego continuará en el proceso de retirada, reparación y colocación de un “Robot Dañado”, no se interrumpirá. El árbitro puede interrumpir el juego si el daño del robot se produjo por una colisión contra otro robot.
- f** Si un robot vuelca por sí solo, será considerado como un “Robot Dañado”. Si el robot se cae como consecuencia de una colisión contra otro robot o contra la pared, éste será levantado por el árbitro mientras el juego continúa.

### **Faltas**

- a** El árbitro puede pitar “Falta” si un robot ataca (golpea) de forma continuada a otro robot que no está en posesión de la pelota. El capitán del equipo retirará el robot del campo de juego durante 30 segundos y procederá a corregir el problema. El juego continuará igual que si se tratase de un Robot Dañado”.
- b** Si el robot reitera la falta, será retirado de forma permanente del terreno de juego.
- c** Si un robot resulta dañado por una falta de un contrario, el árbitro parará el juego y el reloj mientras se realizan las reparaciones.
- d** No hay tiros libres, ni penaltis, ni fueras de juego.

### **Interrupción del juego**

- a** La situaciones contempladas anteriormente pueden causar una interrupción del juego, normalmente el resultado será llevar la pelota a un “punto muerto” y reanudar el juego.
- b** El juego puede ser detenido por el árbitro mediante un toque de silbato, pero el reloj del partido sigue corriendo. Se pararán

todos los robots inmediatamente y se colocarán en la posición que tenían cuando sonó el silbato.

- c Una vez que el juego se haya parado, el juego se reanudará mediante una indicación del árbitro y todos los robots serán puestos en marcha simultáneamente.

### **Sustitución**

La sustitución de cualquier robot en cualquier momento de la competición está estrictamente prohibida. Cualquier equipo o equipos que de forma intencionada realice cualquier sustitución de robots, será descalificados de la competición.

## **4.3.5. Puntuación y juego limpio**

### **Goles**

- a Se realiza un gol cuando la pelota cruza completamente la línea de la portería.
- c El árbitro hará sonar el silbato cuando se marque un gol.
- d Una vez que se consiga un gol, se produce un nuevo saque desde el centro del campo. El equipo goleado tendrá la primera posesión de la pelota.
- e Se considerará como gol válido cuando una pelota que lleve la trayectoria de entrar en la portería choque contra un robot que este parcial o totalmente dentro de la línea de gol.
- f Los goles en propia meta serán considerados como goles conseguidos por el equipo contrario, incluso si la pelota fuese empujada dentro de la portería.

### **Resolución de conflictos**

- a Durante el desarrollo del juego las decisiones del árbitro son inapelables y tienen carácter definitivo.

- b** El capitán de cada equipo firmará la hoja de la puntuación al final del partido.
- c** Cualquier protesta que se haga concluido el partido solo podrá estar relacionada con una incorrecta interpretación de la hoja de puntuación.

### **Juego limpio**

- a** Los robots que causen deliberadamente daños a otros robots, al campo de juego o a la bola, serán descalificados de la competición.
- b** Los participantes que causen deliberadamente interferencias en el funcionamiento o daños a otros robots, al campo de juego o a la bola, serán descalificados junto al equipo al que pertenezcan.
- c** Se espera de todos los participantes un juego limpio en todo momento.





# Capítulo 5

## Participantes de RoboCampeones 2007

### 5.1. I.E.S. Alonso de Avellaneda

#### Datos del instituto

c/ Victoria, 3  
28804 Alcalá de Henares (Madrid)  
Teléfono: 918881174

#### Participantes

Profesor responsable: Julián Pascual-Heranz Ortega  
Alumnos participantes: Israel Almendro Pliego, Luis Galbán Carlín y Alfredo Peláez Portalatín

#### Descripción del robot

Nombre: JILATRON  
Prueba: El transportista  
El robot se caracteriza por su sencillez y robustez. Sus elementos principales son tres motores y tres sensores de luz.

**Motores:** Dos se encargan del desplazamiento del coche "Motor Az" "Motor Cz el tercero "Motor B" de accionar un mecanismo para recoger las latas. El sistema de transmisión está formado por dos ruedas motrices traseras y dos ruedas "locas" delanteras. El sistema de recogida de latas es mediante un lazo.

**Sensores :** Dos se encargan de seguir la línea. En concreto el sensor colocado en el lado derecho "sensor 1" busca la línea negra mientras que el de la izquierda "sensor 3" tiene la misión de detectar los puntos de repostaje de ese lado. Un tercer sensor de luz "sensor 2" se encarga de detectar la lata para, de esta forma, recogerla y transportarla.

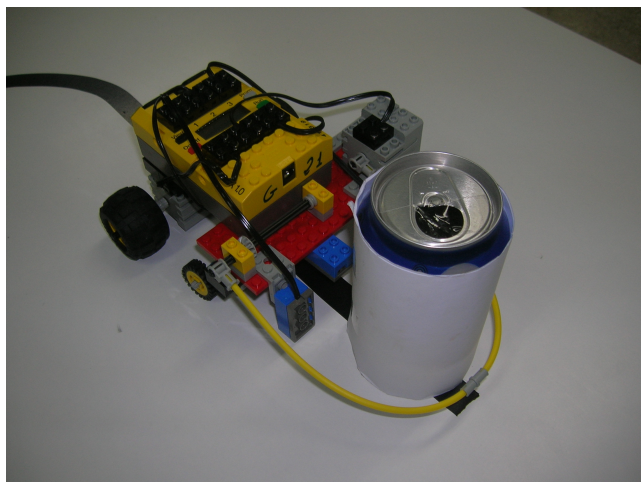


Figura 5.1: Jilatrón transportando una lata

## Programa

El programa ha sido realizado mediante ROBO LAB, a nivel INVENTOR 4. Este es el lenguaje que los alumnos utilizan para realizar las prácticas de robótica en 3º y 4º de ESO y, por tanto, es el lenguaje óptimo para que los propios alumnos puedan programar el robot.

En la carrera de ida avanza durante 1 segundo para sobrepasar la línea transversal negra de salida (motores A y C). A partir de ese

momento busca con el sensor "1" (colocado en la derecha) la línea negra y la sigue hasta que encuentra algún punto de repostaje con el "sensor 3" (colocado en la izquierda), donde se detiene un segundo. Este ciclo lo repite hasta que el sensor delantero "sensor 2" detecta la lata, momento en que se acciona el motor durante 0,4 segundos y la recoge.

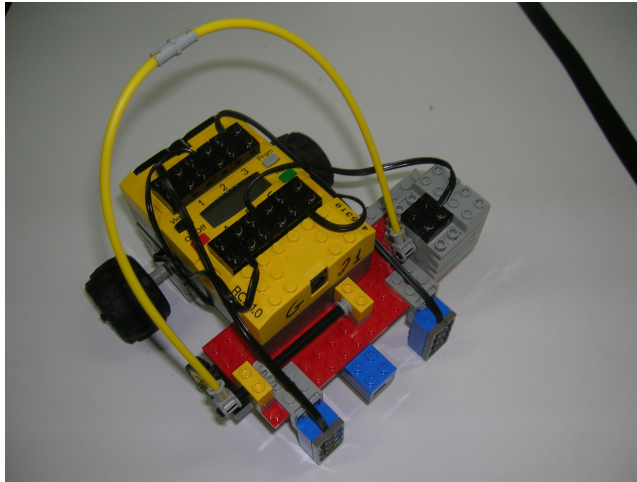


Figura 5.2: Robot Jilatrón

La siguiente acción es girar a izquierdas hasta que encuentra nuevamente la línea de regreso. Para ello el "motor A" avanza lento mientras que el "motor C" gira más rápido en sentido contrario para efectuar la maniobra en el menor espacio posible. Una vez detectada la línea negra con el sensor de la derecha "sensor 1".<sup>El</sup> coche avanza hasta llegar a la gasolinera de la izquierda, donde para 1 segundo.

El ciclo continúa hasta que llega a la línea transversal de salida, donde deja la lata, la empuja y gira a derechas hasta detectar con el "sensor 1" la línea negra del recorrido.

La segunda carrera es idéntica a la primera, con la diferencia de que al finalizar el recorrido el vehículo se detiene.

Al no llevar reducción de velocidad en el sistema de transmisión, para evitar que se saliese en las curvas pronunciadas, mientras una rueda gira en el sentido de la curva, la otra gira en el contrario.

Dependiendo de la superficie de la pista era necesario ajustar las velocidades, pues el agarre a la carretera difería sustancialmente.

## 5.2. I.E.S. Alpajés

### Datos del instituto

C/ Moreras 28

Aranjuez - 28300

Tfno.: 918920298

FAX: 918920362

Web: [www.iesalpajes.org](http://www.iesalpajes.org)

Contacto: [jcachon@educa.madrid.org](mailto:jcachon@educa.madrid.org)

### Participantes

Profesor responsable: Leopoldo Mosquera Taboada

Alumnos participantes: Alejandro Castillo Muñoz, Alberto Arminio López, Alberto Silos Pedraza y Carlos Castillo Ruíz

### Descripción del robot

Nombre: ROBOCHO

Prueba: El transportista

La idea era construir un robot robusto y escalable, es decir, compuesto del menor número de piezas y con partes separables: cuerpo principal con motores y elementos de sujeción de sensores de luz, módulos con sensor de contacto y, por último, garra independiente. El objetivo era que, según los alumnos aprenden a programar, se añaden unos u otros elementos al cuerpo principal, facilitando la progresión en el aprendizaje y la detección de posibles errores, tanto mecánicos como eléctricos.

Tras una búsqueda de información en internet, se decidió adoptar para ambos robots el modelo denominado "Trusty" complementado con los módulos "Sensor touch" "Gripper", todos ellos con instrucciones detalladas a color, en documentos tipo pdf descargables de la red; se buscaba así evitar las posibles modificaciones en el montaje original al cambiar las pilas, independientemente de qué alumno lo manipulase.

Para poder seguir la línea negra, los robots fueron equipados con dos sensores de luz apuntando hacia el suelo. La separación de los dos sensores era tal que permitía pasar, teóricamente, por encima de los puntos verdes de repostaje. En la práctica, dado que el tono del verde del repostaje era muy oscuro, fue imposible poder diferenciarlo del negro de la línea, por lo que ambos equipos tuvimos que retocar sobre la marcha el software durante el concurso para que ignorasen los puntos de repostaje. En la parte frontal del robot, pusimos un sensor de luz para detectar la lata, pero, nuevamente, durante las pruebas el día del concurso, se demostró más eficaz utilizar un sensor de contacto, por lo que los dos grupos retocamos los robots y el software asociado.

Durante nuestra participación, la primera, vimos que otros equipos tenían robots con hasta 5 sensores de entrada, lo que nos extraño mucho. Fue preguntando a compañeros de otros Institutos, como nos enteramos que existe otro software, además gratuito, de nombre NQC, que permite utilizar más de tres sensores de entrada con garantías.

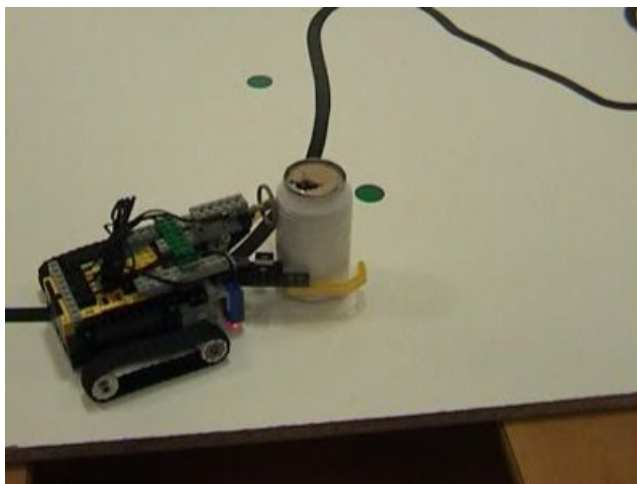


Figura 5.3: Robot Robocho siguiendo la línea negra

## Programa

El software utilizado ha sido Robolab 2.5.4: comienza el programa haciendo avanzar los dos motores del robot durante 1,5 segundos hasta que sobrepasa la línea negra de salida, en ese momento toma el control un bucle que permite que el robot siga la línea negra: si los dos sensores detectan claridad, los dos motores avanzan, si uno de ellos detecta claridad y otro oscuridad, conmuta el sentido de giro el motor del lado oscuro. Durante el desarrollo de este bucle, al final del mismo, se va comprobando si el sensor de entrada de contacto, situado en la parte frontal del robot, es activado, lo que significaría que se ha alcanzado la lata. En ese momento el robot daría media vuelta e inicia el camino de regreso. En la vuelta, el robot detecta que ha llegado al punto donde tiene que dejar la lata si los dos sensores detectan oscuridad. Si es así, se para el robot, deja la lata y da media vuelta. Para poder parar el robot tras dejar las dos latas, el programa utiliza un contador para detectar que la lata dejada es la última.

### 5.3. I.E.S. Alpajés

#### Datos del instituto

C/ Moreras 28  
Aranjuez - 28300  
Tfno.: 918920298  
FAX: 918920362  
Web: [www.iesalpajes.org](http://www.iesalpajes.org)  
Contacto: [jcachon@educa.madrid.org](mailto:jcachon@educa.madrid.org)

#### Participantes

Profesor responsable: José Antonio Cachón Suárez  
Alumnos participantes: Diego Muñoz Morales, Anamaría Danuta Boie, Beatriz Gómez Carrero y Rocío Ortega Rojo

#### Descripción del robot

Nombre: PEGASO  
Prueba: El transportista

La idea era construir un robot robusto y escalable, es decir, compuesto del menor número de piezas y con partes separables: cuerpo principal con motores y elementos de sujeción de sensores de luz, módulos con sensor de contacto y, por último, garra independiente. El objetivo era que, según los alumnos aprenden a programar, se añaden unos u otros elementos al cuerpo principal, facilitando la progresión en el aprendizaje y la detección de posibles errores, tanto mecánicos como eléctricos.

Tras una búsqueda de información en internet, se decidió adoptar para ambos robots el modelo denominado "Trusty" complementado con los módulos "Sensor touch" "Gripper", todos ellos con instrucciones detalladas a color, en documentos tipo pdf descargables de la red; se buscaba así evitar las posibles modificaciones en el montaje original al cambiar las pilas, independientemente de qué alumno lo manipulase.

Para poder seguir la línea negra, los robots fueron equipados con dos sensores de luz apuntando hacia el suelo. La separación de los dos sensores era tal que permitía pasar, teóricamente, por encima de los puntos verdes de repostaje. En la práctica, dado que el tono del verde del repostaje era muy oscuro, fue imposible poder diferenciarlo del negro de la línea, por lo que ambos equipos tuvimos que retocar sobre la marcha el software durante el concurso para que ignorasen los puntos de repostaje. En la parte frontal del robot, pusimos un sensor de luz para detectar la lata, pero, nuevamente, durante las pruebas el día del concurso, se demostró más eficaz utilizar un sensor de contacto, por lo que los dos grupos retocamos los robots y el software asociado.

Durante nuestra participación, la primera, vimos que otros equipos tenían robots con hasta 5 sensores de entrada, lo que nos extrañó mucho. Fue preguntando a compañeros de otros Institutos, como nos enteramos que existe otro software, además gratuito, de nombre NQC, que permite utilizar más de tres sensores de entrada con garantías.

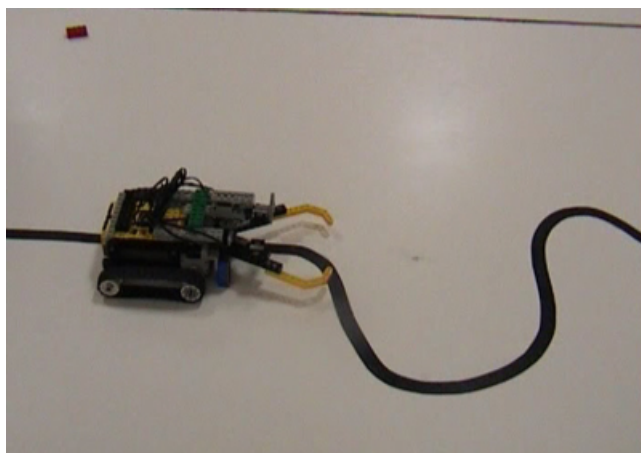


Figura 5.4: Robot Pegaso durante la prueba El Transportista

## Programa

El software utilizado ha sido Robolab 2.5.4: lo primero que hace el robot es avanzar durante dos segundos para de esta forma saltarse



la línea negra perpendicular de la salida. Una vez atravesada, hay un condicional de contador que lleva a la vuelta final o al bucle principal. El bucle principal guía al vehículo a través de la línea haciendo avanzar los dos motores del mismo si en los dos sensores se detecta luminosidad, o corrigiendo la trayectoria mediante el cambio de sentido de giro de un motor si se detecta que un sensor ha detectado oscuridad. Mientras se reproduce este bucle principal, el programa está comprobando si se está pulsando el sensor de contacto situado en una de las entradas. En ese caso, deberá cerrar la pinza, dar media vuelta y repetir el bucle. Cuando el robot vuelva por primera vez a la línea perpendicular, añadirá una bola al contador y, la segunda vez que llegue, el condicional del principio del programa lo detectará y hace que el robot ejecute las maniobras finales: abre la pinza, da marcha atrás y cierra el programa.

## 5.4. I.E.S. Ana María Matute

### Datos del instituto

C/ Olivar, 14  
28891 Velilla de San Antonio (Madrid)  
Tel: 91-660.89.87

### Participantes

Profesor responsable: Marta Martín Lorca

Alumnos participantes: Andrés Caro Fernández, Raúl Ruiz Sánchez, Iván López Ávila y Alejandro Galende Ortega

### Descripción del robot

Nombre: KAKÁ y NARANJITO

Prueba: Soccer 2+2

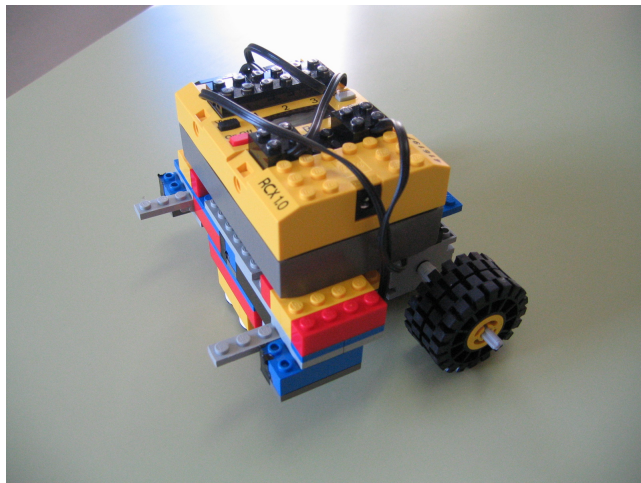


Figura 5.5: Vista del robot kaká

## Descripción del robot delantero (Kaká)

El robot consta del ladrillo central en posición horizontal al cual se le han añadido dos rueda motrices (con sus respectivos motores) los cuales están situados en la parte trasera del robot, en la delantera queriendo que su movimiento fuera mas rápido se colocaron colocar dos deslizadores uno a cada lado.

El robot se intento construir de manera que fuera rápido pequeño y compacto y de esa manera se hizo ya que se prescindió de todo lo que no fuera esencial

En cuanto a la detección de la bola la realizaba por medio de dos sensores dispuestos en ambos laterales situados encima de los deslizadores. El robot poseía un tercer sensor situado debajo del ladrillo central. En cuanto al programa era bastante sencillo de manera que cuando el sensor de un lado detectaba la bola, la rueda situada en ese lado paraba y el robot efectuaba un giro. Si el robot detectaba la bola con el tercer sensor (el central), lo cual supondría que el robot estaba en línea recta con la bola, fuera a por ella con la máxima potencia

## Descripción del robot portero (Naranjito)

El robot es bastante sencillo, consta de un motor colocado en la parte inferior con una rueda puesta en posición perpendicular al robot, de esta manera el robot se mueve de izquierda a derecha, que es básicamente la función del robot.

Además consta de dos sensores de luz que detectan la pelota. Uno colocado a la izquierda y el otro a la derecha, puestos con un determinado ángulo que para que les ofrezcan una visión más panorámica del campo de juego.

Para robustecerlo en la parte inferior del robot está colocada una base a la que hemos puesto piezas para aumentarle el peso y la resistencia, intentando que quedasen lo más simétricas posible porque así además guarda una apariencia estética.

El programa del robot es un programa sencillo que consiste en que cuando el robot ve la pelota desde un determinado lado se mueve hacia la derecha o izquierda, evitando así que la pelota entre en la

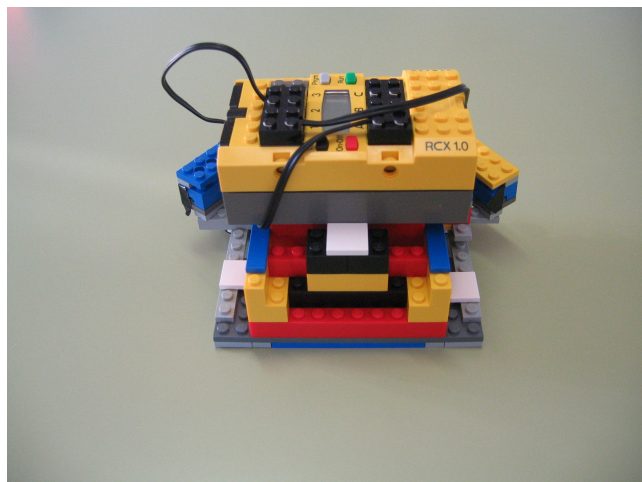


Figura 5.6: Robot portero: Naranjito

portería. Una vez que la ha parado, vuelve a colocarse en la posición central de la portería.

## 5.5. I.E.S. Ana María Matute

### Datos del instituto

C/ Olivar, 14  
28891 Velilla de San Antonio (Madrid)  
Tel: 91-660.89.87

### Participantes

Profesor responsable: Angélica Berzal Izquierdo

Alumnos participantes: David Costa Pradillo, Alfonso Rodríguez Sánchez, Víctor García Vera y Álvaro Cortés Escamilla

### Descripción del robot

Nombre: MICROBIO y BACTERIA

Prueba: Soccer 2+2

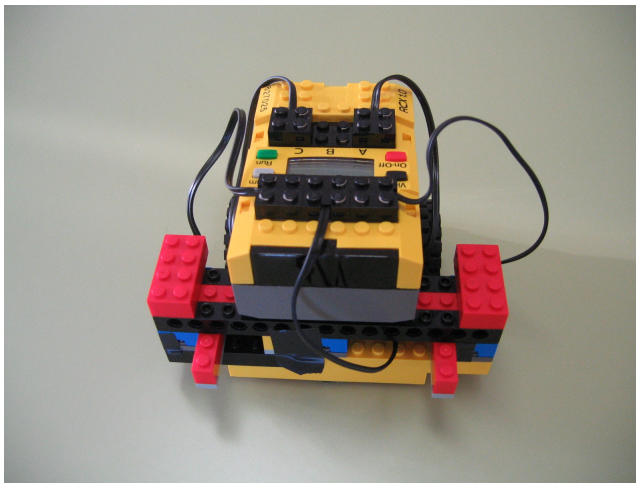


Figura 5.7: Robot Microbio

## Descripción del robot delantero (Microbio)

El robot se compone de dos motores conectados a las ruedas directamente, el ladrillo de Lego dispuesto en forma horizontal y 3 sensores de luz. Dos de los sensores se utilizan para detectar la pelota, situados a los lados del ladrillo, y el tercero indicaba si el robot estaba enfrente de la pelota.

En cuanto al programa, se realizó un "sigue líneas." orientado horizontalmente siguiendo así la pelota (línea) y cuando el 3er sensor detecta que la pelota está cerca de él, el robot acelera para golpearla.

## Descripción del robot portero (Bacteria)

El robot consta de un muro central, compuesto de la CPU, dos ruedas conectadas a un mismo eje (se hizo así para corregir los problemas de movilidad, pues el robot se torcía al cabo de varios movimientos y acababa fuera de la portería), lleva en la parte de atrás colocados dos sensores de luz a un ángulo variable para que tenga mayor campo de visión.

El portero cuando veía por uno de los laterales la bola, se movía hacia ese lado y estaba allí durante un segundo, al cabo de ese tiempo volvía a su posición inicial.



Figura 5.8: Robot delantero del I.E.S. Ana María Matute: Bacteria

## 5.6. I.E.S. Ana María Matute

### Datos del instituto

C/ Olivar, 14  
28891 Velilla de San Antonio (Madrid)  
Tel: 91-660.89.87

### Participantes

Profesor responsable: Jesús Ramiro López

Alumnos participantes: Vlad Ioan Marcut, Alin Sergio Marcut, Adam Tobías y Cristian Rodríguez López de Felipe

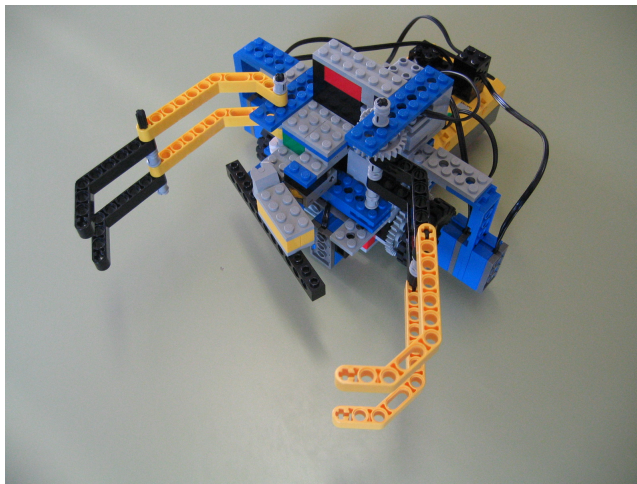


Figura 5.9: Robot Rumirobot preparado para sujetar una lata

### Descripción del robot

Nombre: RumiRobot

Prueba: El transportista.

El robot consta de una CPU donde van conectados los distintos sensores y motores. Nuestro robot tiene 2 motores conectados en los puertos A y C que son los responsables de mover las ruedas y que el

robot avance. Para cazar” la lata, hemos diseñado una pinza a base de engranajes y accionada por un tercer motor situado en el puerto B.

Por otro lado el robot dispone de 2 sensores de luz situados en el puerto 1 que permiten al robot detectar la línea negra que debe seguir para coger la lata.

Para saber que el robot ha detectado la lata le hemos puesto un sensor de contacto en el puerto 2. Para que este sensor sea más sensible, hemos fabricado un parachoques.

Por último, hemos colocado 4 sensores de luz (dos a cada lado del robot) conectados en el puerto 3 que permiten al robot detectar los repostajes y así poder parar ante ellos.



## 5.7. I.E.S. Ana María Matute

### Datos del instituto

C/ Olivar, 14  
28891 Velilla de San Antonio (Madrid)  
Tel: 91-660.89.87

### Participantes

Profesor responsable: Jesús Ramiro López

Alumnos participantes: Sergio Gámez Ruiz de Olano, Guillermo Cantón Izquierdo, Javier Burgos Torralba y Daniel Rodríguez Sánchez

### Descripción del robot

Nombre: Charlie

Prueba: El transportista.

Se trata de un robot, el cual, esta formado por tres motores, dos con ruedas para el movimiento del coche y otro para bajar y subir una cesta para atrapar la lata.

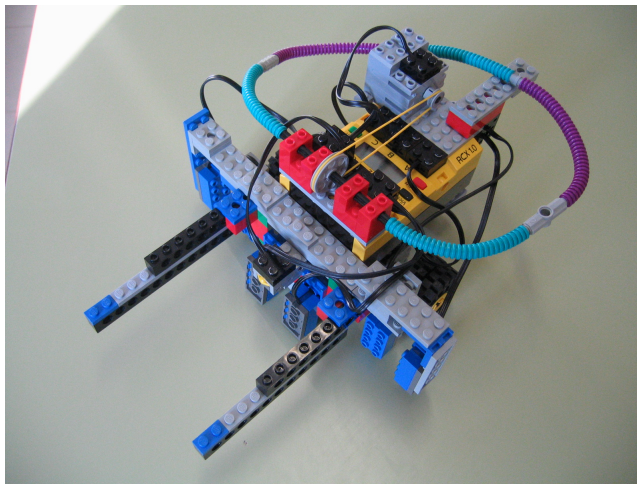


Figura 5.10: Charlie equipado con cesta elevadora

Para seguir la línea hemos utilizado dos sensores de luz y otros dos para realizar los repostajes. Para que el tercer motor funcione hemos utilizado un sensor de contacto, el cual, al hacer contacto con la lata acciona la cesta. Para dejar la lata utilizamos los sensores de luz para seguir la línea que al ver los dos la línea negra se vuelve a accionar y deja la lata. La cesta funciona por un sistema de poleas.

También tiene dos guías para colocar la lata y que el sensor de contacto funcione y sea más eficaz.

Los sensores del sigue líneas están conectados al puerto numero 1, los de reportaje al numero 3 y el de contacto al numero 2.

Los motores están con ruedas están conectados, el izquierdo al puerto C y el derecho al puerto A. El motor que acciona la cesta esta conectado al puerto B.

## 5.8. I.E.S. El Greco

### Datos del instituto

Dirección: Paseo de San Eugenio, 23  
45003 Toledo

### Participantes

Profesor responsable: César Rangil López

Alumnos participantes: Antonio Melgarejo Briones, Rafael Villar de la Calle y Daniel Zamorano Barneo

### Descripción del robot

Nombre: DARBOT

Prueba: El transportista

La estructura del robot es muy básica. Cuenta con dos ruedas motrices y dos de apoyo. En un principio el robot iba a contar solo con dos motores (izquierda y derecha) encargados de moverlo en la dirección adecuada, pero luego decidimos añadir un tercer motor para poder accionar la pinza que cogiera las latas.

Esta pinza sufrió varios cambios a lo largo de la preparación ya que inicialmente la pinza era movida por el motor a través de un par de engranajes. Como este sistema no era fiable ya que las pinzas se abrían cuando llevaba la lata al punto de partida tuvimos que recurrir a un tornillo sinfín para bloquear la posición de las pinzas.

Para detectar las latas el robot cuenta con un sensor de toque (puerto 2) situado en la parte central entre las pinzas. Aunque sea de toque lo configuramos más tarde como de luz para poder conectar otros sensores al mismo puerto.

Para seguir la línea el robot cuenta con dos sensores de luz (puertos 1 y 3) separados entre sí aproximadamente 4 cm.

Para detectar los puntos de repostaje conectamos dos sensores de luz, uno a cada lado, al puerto 2. El problema de ver que sensor era el que actuaba en este puerto lo solucionamos con el programa.

El comportamiento físico del robot, tanto en pruebas como en competición, fue muy bueno. Únicamente se le puede achacar su lentitud.

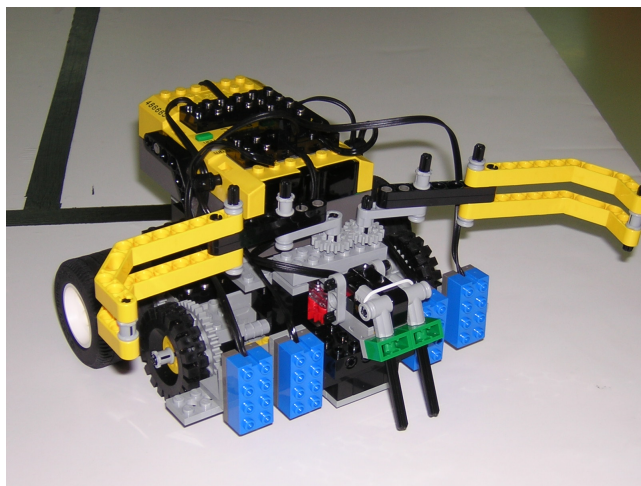


Figura 5.11: Robot Darbot equipado con 4 sensores de luz

## Programa

El programa que controla el funcionamiento del robot está hecho en Robolab 2.5 y tiene el siguiente diagrama:

Es un programa recursivo que constantemente está comprobando todos los sensores. Por orden lo primero que hace es ver si los sensores de repostaje detectan el verde, si es así hacen una parada de 1 segundo. Luego se comprueban los sensores seguidores de línea negra y se corrige la trayectoria si hiciese falta.

Las latas se detectan por medio de un sensor de toque configurado como evento de luz de forma que cuando toca una lata se dispara dicho evento y se ejecuta la parte de código final.

Además tenemos un contador para evitar que el sensor de toque vuelva actuar nuevamente antes de que el robot deje la lata en la salida.

## 5.9. I.E.S. El Greco

### Datos del instituto

Dirección: Paseo de San Eugenio, 23  
45003 Toledo

### Participantes

Profesor responsable: César Rangil López

Alumnos participantes: Eugenio Madariaga Rodríguez, Alberto Muñoz García, Irene Olivares Sánchez Mellado y Almudena Ortega Minaya

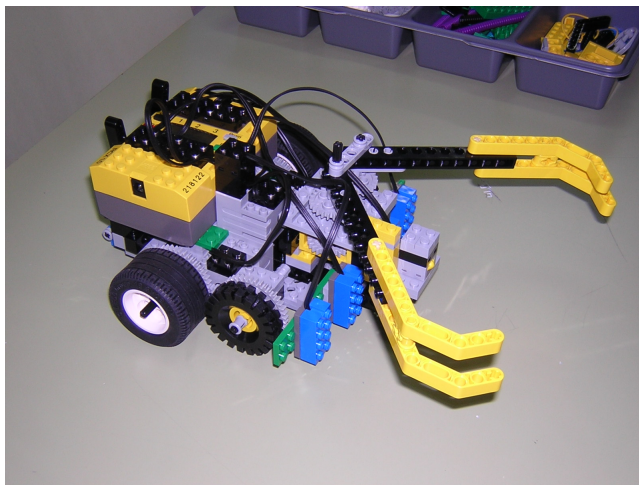


Figura 5.12: Robot Robostream

### Descripción del robot

Nombre: Robostream

Prueba: El transportista

La estructura de Robostream es prácticamente la misma que la de Darbot. Nosotros tuvimos el mismo problema que ellos, es decir, las pinzas se nos abrían según avanzaba el robot, por lo que decidimos utilizar también un sinfín.

Tiene 3 motores, dos de tracción y uno para la pinza, cuatro sensores de luz colocados en línea, dos para seguir la línea y otros dos para los puntos de repostaje, y un sensor de toque para detectar que se ha llegado a la lata.

## **Programa**

El programa que controla el funcionamiento del robot está hecho en Robolab 2.5 y tiene el siguiente diagrama:

El funcionamiento del programa es muy similar al de nuestro gemelo Darbot, aunque este diagrama es mucho más difícil de seguir, ya que a última hora fuimos añadiendo código para solucionar el tema del repostaje.

El comportamiento del robot en competición fue bueno, salvo por la lentitud y que la pinza se nos bloqueó en el momento más importante de la competición.

## 5.10. I.E.S. Gabriel Alonso de Herrera

### Datos del instituto

Dirección: Avenida Pío XII, 2  
45600 Talavera de la Reina  
Toledo

### Participantes

Profesor responsable: Jesús del Pino Gómez

Alumnos participantes: Álvaro Burcio Crespo y Álvaro Magán Sánchez

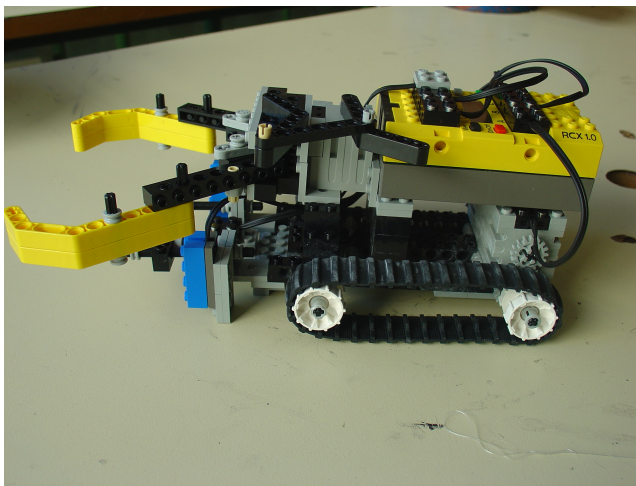


Figura 5.13: Robot del I.E.S. Gabriel Alonso de Herrera para la prueba El Transportista

### Descripción del robot

Nombre: Gabriel I

Prueba: El transportista

El robot sigue la línea gracias a dos sensores de luz colocados muy cerca del suelo, sin detenerse en los puntos de repostaje.

Detecta la presencia de una lata mediante un sensor de contacto que proporciona la señal para que se cierre la pinza. En total el robot consta de tres motores, uno de los cuales, mediante un mecanismo de palancas, asegura un buen agarre de la lata.



## 5.11. I.E.S. Gabriel Alonso de Herrera

### Datos del instituto

Dirección: Avenida Pío XII, 2  
45600 Talavera de la Reina  
Toledo

### Participantes

Profesor responsable: Jesús del Pino Gómez  
Alumnos participantes: Eva Alonso Elías, Fernando Rodríguez de Santos y Rubén Villa Zapata

### Descripción del robot

Nombre: Gabriel II  
Prueba: Soccer 2+2

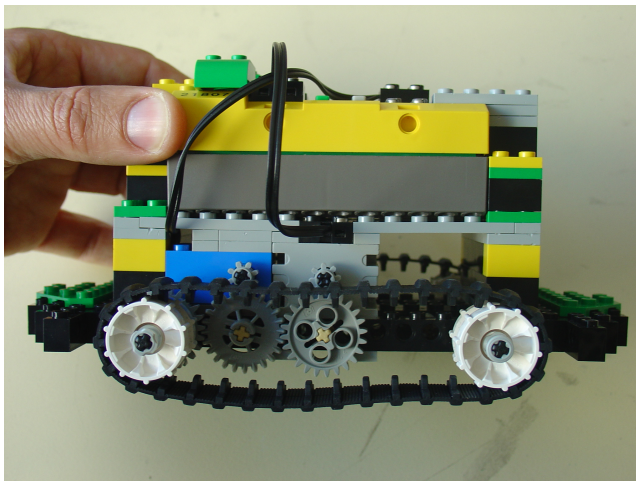


Figura 5.14: Portero para la prueba Soccer 2+2

## Descripción del robot portero

Este robot está haciendo constantemente un movimiento de derecha a izquierda, sin importar que la pelota esté presente o no. El tope de desplazamiento de derecha a izquierda es controlado por un sensor de giro que le da gran precisión: después de cinco minutos funcionando, apenas varían sus puntos máximos de desplazamiento a izquierda o derecha un par de centímetros.

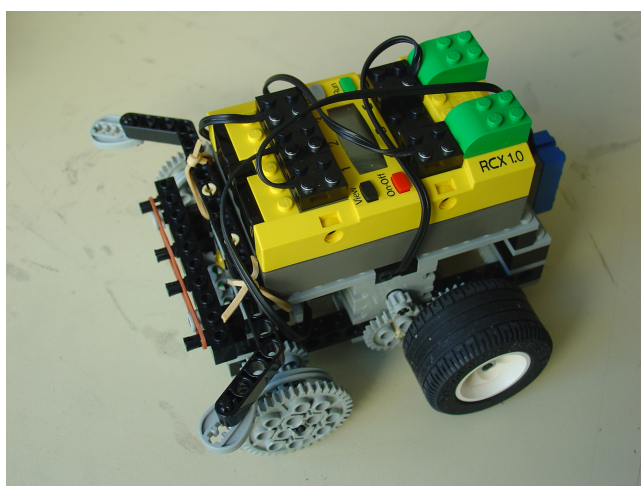


Figura 5.15: Delantero para la prueba Soccer 2+2

## Descripción del robot Delantero

El delantero tiene dos sensores de luz: con uno de ellos, orientado hacia el suelo, el robot obtiene información sobre su ubicación; con el otro puede detectar la pelota para dirigirse hacia ella. Además está equipado con un sensor de contacto que le da la información de que la pelota ha sido alcanzada. El movimiento que hace el robot una vez alcanzada la pelota, es diferente según se encuentre mirando hacia la portería propia o hacia la contraria. El movimiento se consigue con dos motores.

## 5.12. I.E.S. Antonio de Nebrija

### Datos del instituto

Avenida De La ONU 81-83  
28936 Móstoles (Madrid)  
Tel: 916 477 156

### Participantes

Profesor responsable: Agustín Vaquero y Vanesa Morera

Alumnos participantes: Christian Flores, Christian Suarez, Erik Magro, Javier García y Joseph Mensah

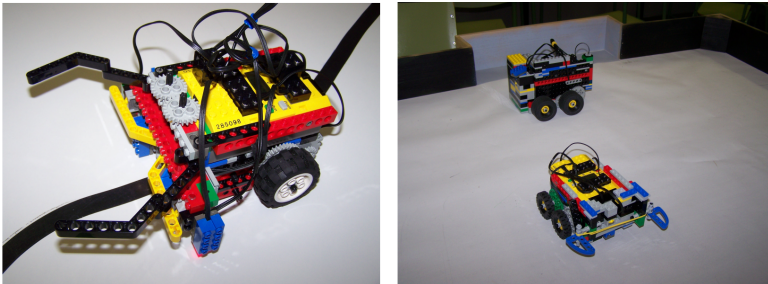


Figura 5.16: Robots participantes del IES Antonio Nebrija

### Descripción del robot

Las características de los robots son las siguientes:

- Montados con piezas LEGO.
- Sensores de contacto y sensores de luz sin alteración alguna.
- Programados en ROBOLAB
- Centro de gravedad sobre el eje tractor
- Relación de transmisión adecuada
- Altura y posición de los sensores

- Ajuste y cálculo programado del valor de los sensores de luz
- Mecanismo sinfín en las pinzas para evitar la apertura de estas
- Dos sensores distintos, contacto y luz, en la misma entrada

## 5.13. I.E.S. Antonio de Nebrija

### Datos del instituto

Avenida De La ONU 81-83

28936 Móstoles (Madrid)

Tel: 916 477 156

### Participantes

Profesor responsable: Agustín Vaquero y Vanesa Morera

Alumnos participantes: Melodía Moya, Raquel Cebrián y Edelweiss Moyano

Otros alumnos participantes: Saúl Bote, David González, Javier Alfageme, Christian Duchi, Adrián Pleguezuelos, David Gutierrez, Omar Gómez, Alejandro León, Luis E. Pauta y Miguel Sánchez

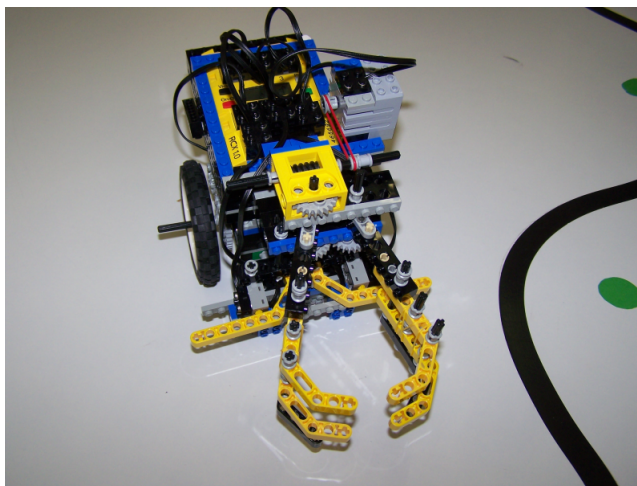


Figura 5.17: *Tigre* participando en la prueba de *El transportista*

## 5.14. I.E.S. Gaspar Melchor de Jovellanos

### Datos del instituto

C/ Móstoles 64

C.P. 28942

Fuenlabrada

Teléfono: 91 697 15 65

email: Tecnología@iesjovellanos.org

### Participantes

Profesor responsable: Víctor Gallego Le Forlot

Alumnos participantes: Fátima Cid Morgade, Jennifer Núñez Muñoz, Francisco Javier Sánchez Fernández y José Francisco Urbano Moreno

### Descripción del robot

Nombre: chatarrero!!!!

Prueba: El Transportista

El robot chatarrero!!!! es un robot diferencial con una cesta para atrapar las latas. Consta de un tren de engranajes no tan reductor como su hermano mudanzas para que se mueva más deprisa. Tiene dos sensores de luz colocados delante para seguir la línea negra y detectar, cuando los dos ven negro la línea de meta. Un poco más atrás y en la parte más exterior del chasis lleve otros dos sensores de luz conectados al mismo puerto para detectar indistintamente los puntos de repostaje, tanto a la izquierda como a la derecha. Finalmente, lleva un sensor de contacto delante de los sensores de luz para detectar el choque con la lata. Este sensor está conectado al mismo puerto que los sensores rastreadores del camino y no interfiere con ellos ya que en el programa está previsto que tenga preferencia sobre ellos. El programa está escrito en NQC. Básicamente consta de una tarea que es seguir la línea que se interrumpe si:

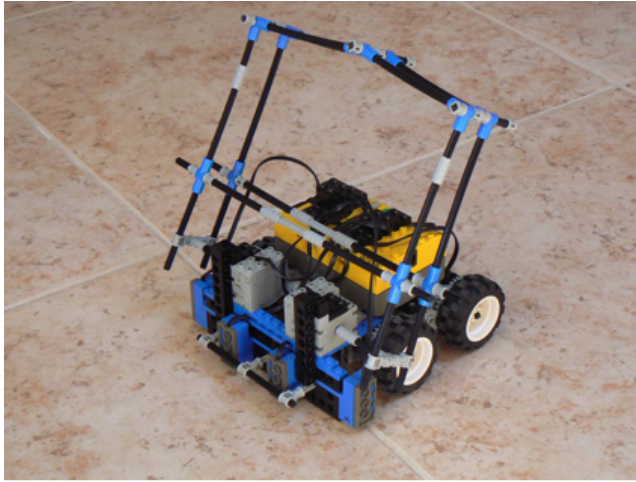


Figura 5.18: chatarrero!!!!

- Encuentra un punto de repostaje. Entonces se detiene un segundo.
- Encuentra la lata. Entonces lanza la cesta y da media vuelta.
- Encuentra la línea de meta. Si es la primera vez, deja la lata y levanta la cesta. Si es la segunda se detiene.

## 5.15. I.E.S. Gaspar Melchor de Jovellanos

### Datos del instituto

Cl Móstoles 64  
C.P. 28942  
Fuenlabrada  
Teléfono: 91 697 15 65  
email: Tecnología@iesjovellanos.org

### Participantes

Profesor responsable: Víctor Gallego Le Forlot  
Alumnos participantes: Fátima Cid Morgade, Jennifer Núñez Muñoz, Francisco Javier Sánchez Fernández y José Francisco Urbano Moreno

### Descripción del robot

Nombre: soccer fuenlamantas  
Prueba: Fútbol

El equipo de soccer fuenlamantas está formado por dos robots, el portero y el delantero.

El portero es un robot que sólo puede moverse lateralmente. Se construyó bastante sólido y pesado para intentar que los adversarios no lo pudieran mover. Tiene tan sólo dos sensores de luz que se dirigen hacia el campo de juego, uno a la izquierda y otro a la derecha. Estos sensores miden constantemente la diferencia entre los valores de uno y otro. Cuando esta diferencia es positiva, significa que la bola está a la derecha y entonces se mueve hacia esa dirección hasta que esta diferencia se hace cero. Si la diferencia es negativa, se mueve hacia la izquierda. Este portero seguía bastante bien la pelota y no encajó demasiados goles de los equipos contrarios.

El delantero es un robot diferencial que se puede mover en todas las direcciones. Se construyó ligero para que fuera rápido.



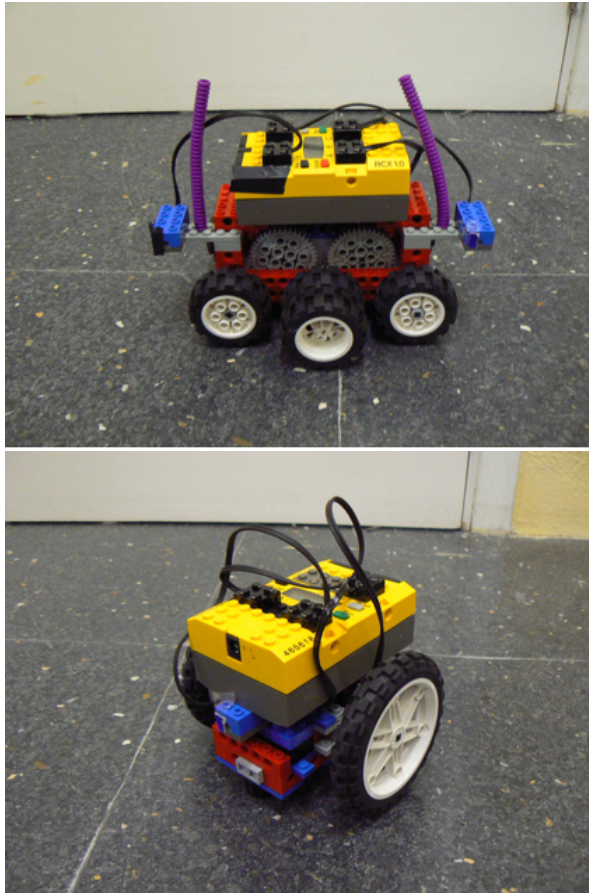


Figura 5.19: soccer fuenlamantas

Sólo tiene un sensor de luz para buscar la pelota y dirigirse hacia ella. Por lo tanto, no discrimina en qué campo ataca, por lo que se metió bastantes goles en propia meta. Si no veía la pelota, se desplazaba un poco al azar, antes de volver a girar sobre sí mismo en busca de la pelota.

## 5.16. I.E.S. Gaspar Melchor de Jovellanos

### Datos del instituto

C/ Móstoles 64  
C.P. 28942  
Fuenlabrada  
Teléfono: 91 697 15 65  
email: Tecnología@iesjovellanos.org

### Participantes

Profesor responsable: Víctor Gallego Le Forlot  
Alumnos participantes: Adrián Barea Villar, Aitor Carrillo Muñoz y María Delgado Rodríguez

### Descripción del robot

Nombre: mudanzas  
Prueba: El Transportista



Figura 5.20: mudanzas

El robot mudanzas es un robot diferencial con una cesta para atrapar las latas. Consta de un tren de engranajes reductor para que se mueva más despacio. Tiene dos sensores de luz colocados delante para seguir la línea negra y detectar, cuando los dos ven negro la línea de meta. Un poco más atrás y en la parte más exterior del chasis lleve otros dos sensores de luz conectados al mismo puerto para detectar indistintamente los puntos de repostaje, tanto a la izquierda como a la derecha. Finalmente, lleva un sensor de contacto delante de los sensores de luz para detectar el choque con la lata. Este sensor está conectado al mismo puerto que los sensores rastreadores del camino y no interfiere con ellos ya que en el programa está previsto que tenga preferencia sobre ellos. El programa está escrito en nqc. Básicamente consta de una tarea que es seguir la línea que se interrumpe si:

- Encuentra un punto de repostaje. Entonces se detiene un segundo.
- Encuentra la lata. Entonces lanza la cesta y da media vuelta.
- Encuentra la línea de meta. Si es la primera vez, deja la lata y levanta la cesta. Si es la segunda se detiene.

## 5.17. I.E.S. Gran Capitán

### Datos del instituto

Pº Melancólicos, 51

C.P. 28005

Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Salvador Martin Pastor

Alumnos participantes: Fernando Jimenez Camara, Alberto Fernandez Mora, Iñaki Garcia De Vicuña Calle y Ignacio Villanueva Gil

### Descripción del robot

Nombre: Robalatitas

Prueba: El Transportista

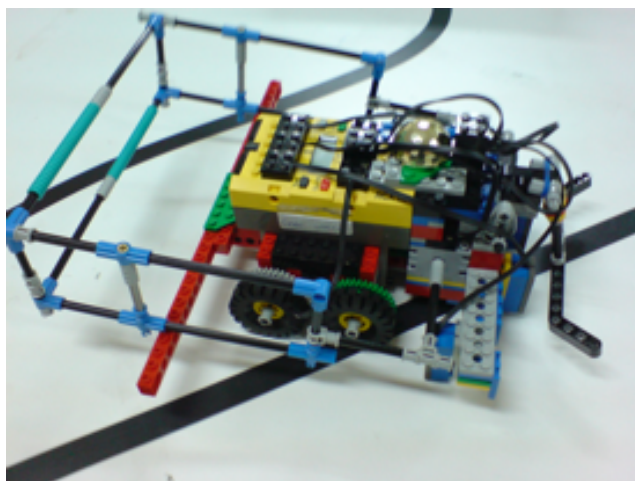


Figura 5.21: Robolatitas

Este robot diseñado y programado por alumnos de 2 de eso obtuvo el tercer premio en la prueba del transportista. Inspirado

en el robot *robalatas 2006* finalista en la edición anterior, el diseño incluye un chasis con cuatro ruedas motrices acopladas a dos motores. Una cesta acoplada a un tercer motor completa el conjunto. Dispone de sensor de tacto para la detección de la lata, dos sensores de luz para el rastreo de línea y otros dos sensores más para los repostajes. La programación de robot le permitía detectar repostajes sólo a la ida y no a la vuelta. A pesar de ello, la clasificación final es todo un triunfo para estos jóvenes alumnos.

## 5.18. I.E.S. Gran Capitán

### Datos del instituto

Pº Melancólicos, 51  
C.P. 28005  
Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Mariano Hernández Martín

Alumnos participantes: Julio Alberto Asenjo García, Aitor García De Vicuña Calle, Alejandro Granados Calderay y Eduardo Martín Bleuca

### Descripción del robot

Nombre: Roboclón  
Prueba: El Transportista

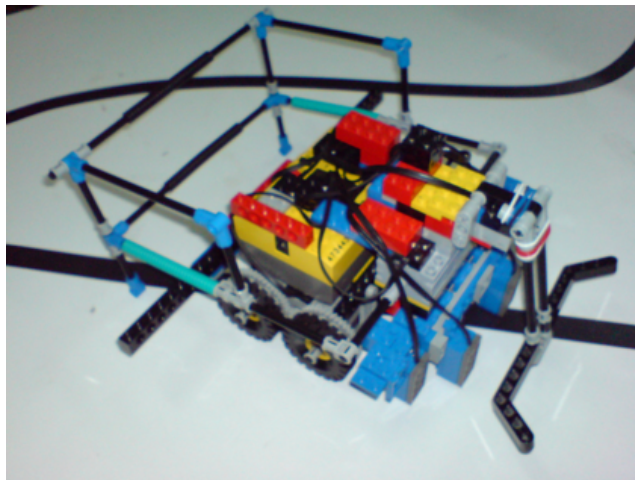


Figura 5.22: Roboclón

Equipo *roboclón 2007*. El éxito de robalatas 2006 inspiró a estos alumnos para diseñar un clon de ese robot. Prácticamente es similar

a anterior con pequeñas modificaciones finales. La programación también muy similar a su antecesor. Sin embargo, los ajustes de luz impidieron una mejor clasificación de este robot. Dispone de sensores de tacto (para la detección de la lata), sensores de luz (para el rastreo de línea) y sensores de repostaje.

## 5.19. I.E.S. Gran Capitán

### Datos del instituto

Pº Melancólicos, 51  
C.P. 28005  
Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Rafael Morales Caumel

Alumnos participantes: Álvaro de la Fuente Quintas, David Sepúlveda González, Marcos M. Morato Jiménez, Tarek Ahmad Paniagua y Oscar Rodríguez García

### Descripción del robot

Nombre: ROBONALDINHOS F.C.

Prueba: Fútbol

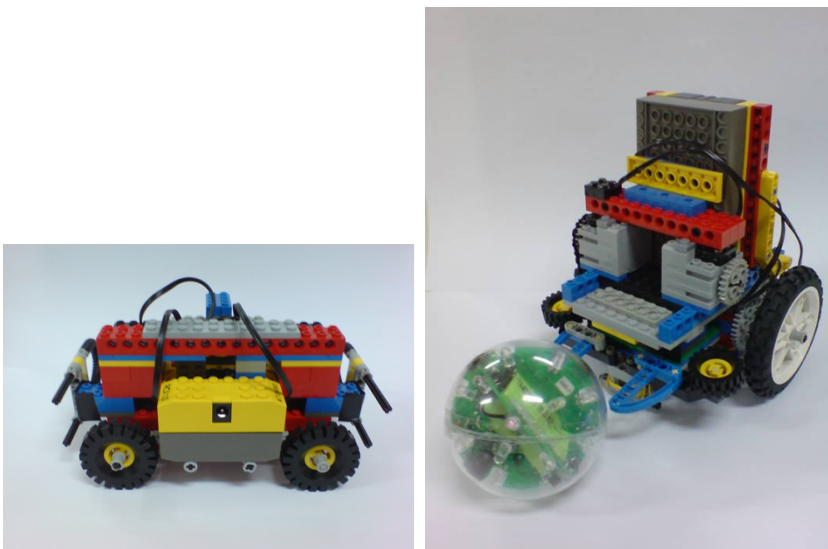


Figura 5.23: ROBONALDINHOS F.C.



### **Portero**

El éxito alcanzado el año anterior sirvió como experiencia acumulada para los alumnos participantes del año siguiente de tal manera que el diseño del robot-portero de *Robonaldinhos F.C.* se inspiró en el robot *Benjí* pero mejorando tanto la programación como el chasis del mismo. Por tanto, incorpora dos sensores de luz en los laterales para la detección de la bola y un novedoso tercer sensor de luz capaz de posicionar al robot en el centro de la portería tras un desplazamiento del mismo. Además dispone de dos ruedas motrices y otras dos acopladas entre sí por un eje único para favorecer un desplazamiento lateral recto y preciso. Por último una serie de gomas elásticas situadas en el frontal del robot completan el chasis de este robot.

### **Programación del robot portero**

La programación de este robot fue mejorada con respecto a su antecesor al incluir un sensor trasero para recolocar al robot tras un desplazamiento lateral y utilizar subrutinas en su desarrollo.

### **Jugador**

El robot dispone de dos sensores de luz para la detección de la bola y un tercer sensor para determinar la posición en el campo. Un sensor de tacto determina si se encuentra en contacto con la bola o un obstáculo. El chasis del robot esta construido sobre dos ruedas motrices y un punto de apoyo. La unidad de control RCX se coloca en vertical para facilitar la instalación de un sistema de golpeo de la bola con un tercer motor y un sistema de ruedas giratorias con una batería adicional que permiten coger la bola y colocarla en la posición adecuada para el golpeo. Sin embargo tras los ensayos previos, el peso de la batería adicional desestabilizaba demasiado al robot y no se movía con fluidez. Por tal motivo, se desechó este sistema pero se mantuvo el diseño del RCX en vertical.

### **Programación del robot jugador**

El programa permite al robot buscar la bola y golpearla con fuerza cuando se encuentra cerca del robot gracias al tercer motor añadido. En caso de dirigirse al campo propio el robot se para un tiempo prefijado y continúa la búsqueda de nuevo.

## 5.20. I.E.S. Gran Capitán

### Datos del instituto

Pº Melancólicos, 51  
C.P. 28005  
Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Salvador Martin Pastor

Alumnos participantes: Rodrigo Blazquez García, Raquel Castillo González, Adrián Jerónimo Baza y Miguel Pérez Martín

### Descripción del robot

Nombre: atlético robotrones  
Prueba: Fútbol

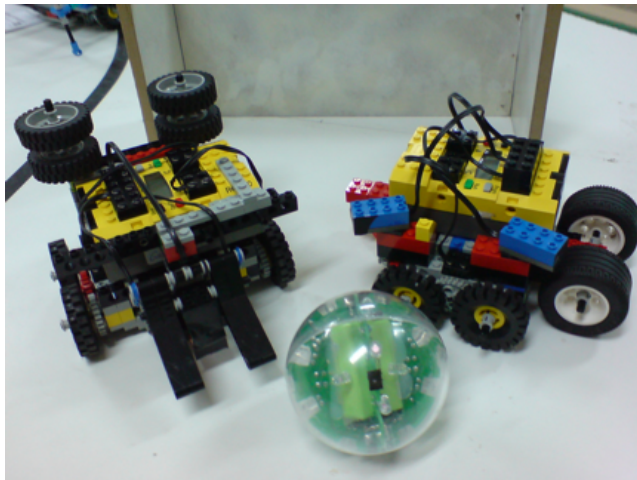


Figura 5.24: atletico robotrones

Equipo *atlético robotrones*. El portero se diseñó a última hora con un eje único para dos ruedas estando las otras dos acopladas a dos motores conectados en paralelo para garantizar un desplazamiento

lateral recto. Dispone de dos sensores para detectar la bola. Las dificultades en los ajustes de luz de los sensores impidieron al robot demostrar todas sus habilidades.

El jugador, más elaborado, dispone de cuatro ruedas acopladas a dos motores y un sensor de tacto en el frontal le permite distinguir entre la pelota u otro jugador en el campo. Inicialmente fue programado para detectar la bola y rodearla en caso de apuntar a la propia portería pero los árbitros consideraron que el robot no veía la pelota al no dirigirse a ella directamente. Finalmente, los alumnos modificaron el programa en plena competición para evitar ser penalizados con “robot dañado” constantemente.

## 5.21. I.E.S. Humanes

### Datos del instituto

Avda de los Deportes 12  
C.P. 28970  
Humanes de Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Alejandro Arévalo Viñuales  
Alumnos participantes: Aranzazu de la Fuente, Jenifer Rey y Patricia Rodríguez

### Descripción del robot

Nombre: La Cobra Negra  
Prueba: El Transportista

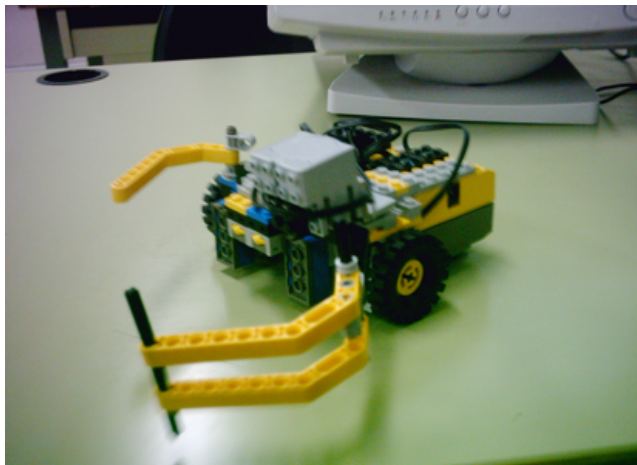


Figura 5.25: La Cobra Negra

Robot con dos sensores de luz para detección de la línea y dos sensores de contacto para detección de la lata. Posee un motor que acciona la pinza de atrapar la lata.

La programación esta realizada en robolab.

## 5.22. I.E.S. Humanes

### Datos del instituto

Avda de los Deportes 12

C.P. 28970

Humanes de Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Francisco Enrique García Martínez

Alumnos participantes: David García Blázquez, Antonio Puente Sanz y David Melo Suárez

### Descripción del robot

Nombre: Terminator

Prueba: El Transportista

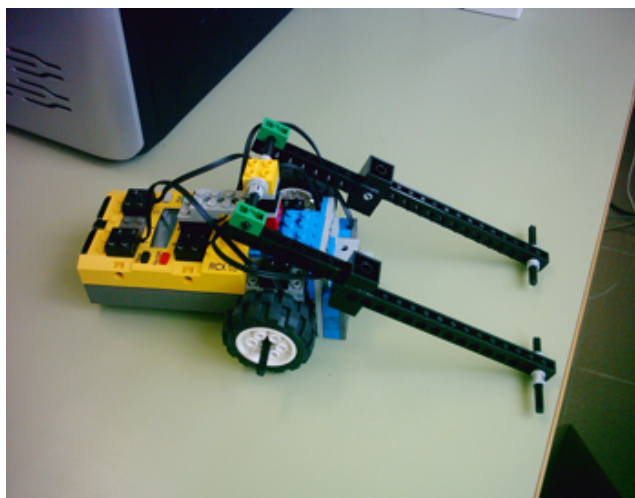


Figura 5.26: Terminator

Robot con dos sensores de luz para detección de la línea y dos sensores de contacto para detección de la lata. El mecanismo de atrapar la lata es pasivo sin motor ninguno.

## 5.23. I.E.S. Humanes

### Datos del instituto

Avda de los Deportes 12

C.P. 28970

Humanes de Madrid

### Participantes

Profesor responsable: Ángel Romera

Alumnos participantes: Pinwang Lin, Carlos Alex Fu Qiu, Juan Gabriel Mateo y Álvaro Ponferrada

### Descripción del robot

Nombre: Margarita

Prueba: Fútbol

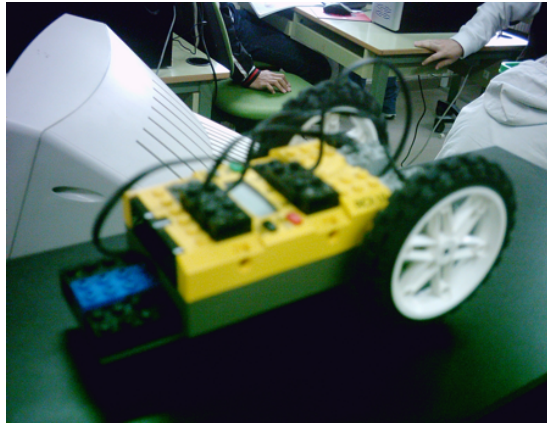


Figura 5.27: Margarita

### Portero

Identifica la pelota con dos sensores a modo de ojos. Si la pelota viene por la izquierda, el robot se desplazará ligeramente hacia

el poste izquierdo durante un tiempo, recuperando la posición del centro de la portería a continuación.

La programación es en Robolab y resulta bien sencilla. Se ha de tener cuidado que las pilas estén a máxima carga ya que el desplazamiento es por tiempo y no por rotaciones de la rueda.

### **Delantero**

Realizado en Robolab gira sobre si mismo hasta que detecta la pelota con un sensor de luz, momento en el que avanza para arrastrarla en el movimiento.



## 5.24. I.E.S. Octavio Paz

### Datos del instituto

C/ Beatriz Galindo nº 1  
28914 Leganés(Madrid);  
Teléfono: 91 6886444.  
email: isacanales@Yahoo.es

### Participantes

Profesor responsable: Isabel Canales Cano

Alumnos participantes: Andrés Felipe Quintero (1º Bach), Jesús Manuel Martínez R.guez (1ºBach), Carlos Yerga Ganzález (1º Bach) y Gema Miguel Campos (1ºBach)

### Descripción del robot

Nombre: LA LECHERA  
Prueba: El Transportista

### Mecánica

Consta de dos motores para avance-retroceso, un tercer motor para el control de la cesta atrapalatas, seis sensores de luz infrarroja para detectar blanco-negro y verde un sensor de contacto para detectar la lata.Lleva instalado sistema mecánico de transmisión con reductora de velocidad para lo tres motores. Su funcionamiento es cíclico y se repite dos veces.

- La cesta se levanta al comenzar el funcionamiento, de forma que el sensor de tacto sea accesible a la lata. Cuando éste se activa(por empuje de la lata) el sensor de contacto indica un valor de aproximadamente 100 y se activa el motor para bajar la cesta, para evitar que la lata vuelva a activar el sensor de tacto durante la trayectoria , se ha instalada en el cesta una varilla horizontal que impide dicho contacto.

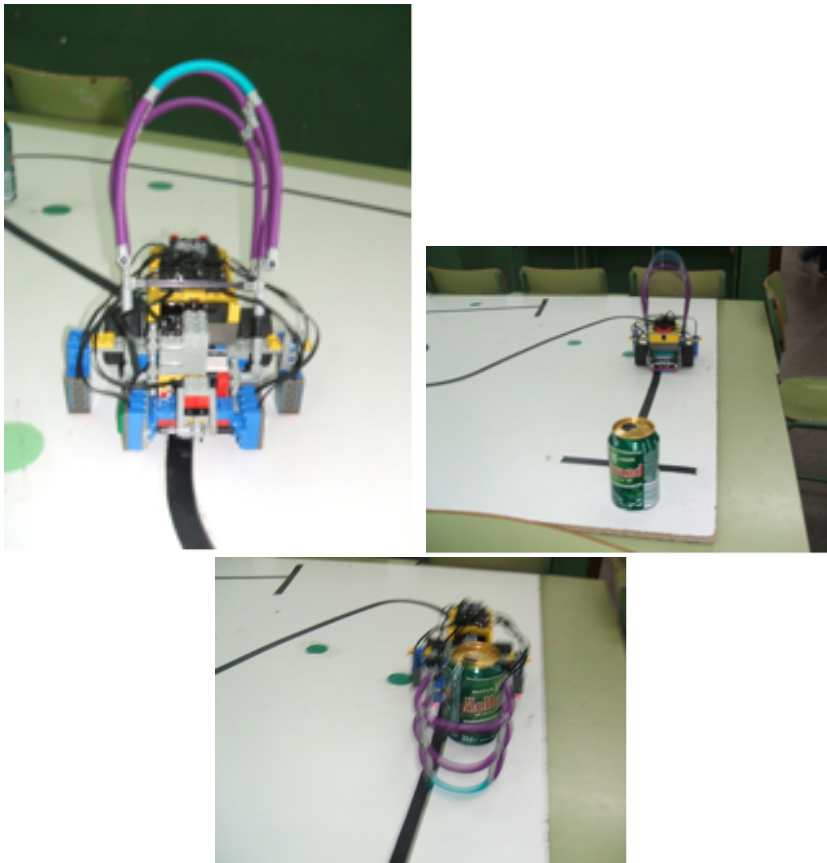


Figura 5.28: LA LECHERA

- Para la detección de negro-blanco se han utilizado cuatro sensores de luz (dos a cada lado colocado en ángulo de  $90^\circ$ ) para obtener mayor precisión, utilizando en el programa el valor extremo de la lectura de ambos sensores. Están colocados en los puertos 1 y 3 respectivamente del RCX.
- En el puerto 2 del RCX están conectados otros dos sensores de luz que se utilizan para la detección de los puntos de repostaje de color verde (uno para lado de la línea negra) con una lectura intermedia entre el negro y el blanco. También está conectado a este puerto el sensor de tacto.
- Los motores de avance- retroceso están conectados a los

puertos A y C del RCX, mientras el motor que controla la cesta se ha conectado al puerto B.

### Programación

Comienza el programa avanzando motores A y C durante 1 segundo para evitar la línea horizontal; rastreamos la línea negra con dos condicionales de luz para cada uno de los dos sensores colocados a la izquierda y a la derecha de la línea negra; cuando los dos sensores detectan un valor mayor a negro avanzan los motores de los puertos A y C, si se detecta un valor inferior o negro, retrocede el motor de ese lado y avanzamos el contrario. Con este procedimiento se sigue la línea negra; a continuación se utiliza un condicional para leer el tercer sensor, conectado en el puerto 2, de forma que si detecta un valor diferente de blanco se paran los motores de avance durante un segundo. A continuación retrocede el programa hasta el inicio con un icono de salto; por otro lado, si el valor leído en el puerto 2 es mayor que blanco, en nuestro caso ¿90 significa que se ha activado el sensor de tacto y por tanto el programa hace un salto hacia delante para salir de la rutina en la que está y entra en otra que activa el motor conectado al puerto B que a través del mecanismo de transmisión adecuado baja la cesta para sujetar la lata detectada, (este funcionamiento se debe a que el sensor de tacto esta conectado al mismo puerto del RCX al que hemos conectado los dos sensores de tacto de detección de los puntos de repostaje de color verde) una vez bajada la cesta se hace un giro de 180° activando el motor A en retroceso y el C en avance, durante este proceso el sensor colocado en el lado opuesto al motor A debe detectar primero negro y después blanco hasta que ambos sensores laterales lean blanco simultáneamente, lo cual significa que el giro está completado.

A partir de aquí se sigue el mismo proceso de avanzar por la línea negra y detectar los puntos verdes de repostaje tal como ya se ha indicado hasta que ambos sensores de luz laterales lean negro y negro, en ese instante se levanta la cesta (haciendo giran al motor B en sentido inverso al anterior), después se hacen retroceder los motores A y C durante medio segundo y se realiza un giro de 180° siguiendo el procedimiento de giro descrito anteriormente.

Llegado a este punto, el programa se repite íntegro una vez

más, se ha utilizado una recursión con valor 2 y un contenedor de incremento unitario para contar el número de veces que debe repetirse el procedimiento principal.

## 5.25. I.E.S. Octavio Paz

### Datos del instituto

C/ Beatriz Galindo nº 1  
28914 Leganés(Madrid);  
Teléfono: 91 6886444  
email: isacanales@Yahoo.es

### Participantes

Profesor responsable: Isabel Canales Cano

Alumnos participantes: Andrés Felipe Quintero (1º Bach), Jesús Manuel Martínez Rodríguez (1ºBach), Carlos Yerga Ganzález (1º Bach) y Gema Miguel Campos (1ºBach)

### Descripción del robot

Nombre: PICHICHI y ZAMORA  
Prueba: Fútbol

### Jugador PICHICHI

#### Mecánica

Consta, además del RCX, de dos motores conectados a las puertas A y B (uno para cada par de ruedas laterales), 4 ruedas, dos sensores de luz conectados a los puertos 1 y 3 del RCX, dos sensores de tacto conectados al puerto 2 del RCX y sistema elástico de empuje de bola frontal u lateral. El sistema mecánico incorpora un multiplicador de velocidad para el avance.

#### Programa

Se inicia el programa con motores A y B en avance y se llega a un condicional de luz, si detecta luz infrarroja avanzará motores A y B con potencia máxima de forma que el sistema elástico empuje

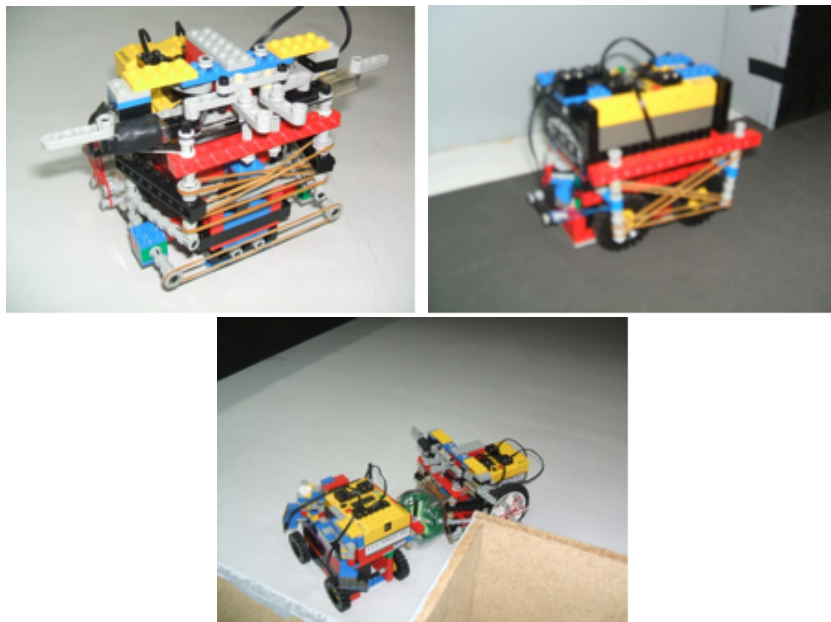


Figura 5.29: PICHICHI y ZAMORA

la bola; a su vez con condicional de presión se comprueba si choca con los laterales, retrocediendo motor del lado opuesto al choque y parando el del mismo lado durante un segundo. Si los condicionales de luz no detectan luz infrarroja (valor muy bajo) retrocede el motor A y avanza el B con velocidad baja por un tiempo, transcurrido el cual se para un instante y sigue girando por tramos hasta detectar luz infrarroja (valor muy alto) y a continuación se repite el ciclo completo.

## Portero ZAMORA

### Mecánica

Consta de dos motores, cuatro ruedas ( dos por cada motor con tracción solo a de ellas y transmisión a la segunda), cuatro sensores de luz ( dos frontales colocados con ángulo de  $45^\circ$  en cada vértice del robot y dos posteriores colocados verticalmente respecto de las paredes del campo); así mismo dispone de sistema de retención-empuje de bola a través de elementos elásticos.

### **Programa**

El programa mantiene al portero estático en mitad de la portería y con condicionales de luz pregunta simultáneamente, a través de multitarea, si se detecta luz infrarroja en ambos sensores frontales, cuando cualquiera de ellos la detecta se activan los motores en esa dirección, mientras con los sensores traseros se comprueba si el portero ha llegado al final de la portería, si es así y sigue detectando la bola, se mantiene parado tratando de empujar la bola con el sistema elástico de retención. Cuando la luz infrarroja desaparece vuelve a su posición en mitad de la portería activando los motores en dirección de retroceso y el ciclo se repetiría.

## 5.26. I.E.S. Octavio Paz

### Datos del instituto

C/ Beatriz Galindo nº 1  
28914 Leganés (Madrid);  
Teléfono: 91 6886444  
email: isacanales@Yahoo.es

### Participantes

Profesor responsable: Gregorio Romo Díez  
Alumnos participantes: David Simal González (4º ESO), Mario Vasile Cabezas (4º ESO) y Edgar del Rincón Fernández (4º ESO)

### Descripción del robot

Nombre: DIMANU  
Prueba: El Transportista

### Mecánica

Dispone de tres motores (dos de avance-retroceso colocados en los puertos A y C del RCX y el tercero para el control de la pinza atrapaletas conectado al puerto B del RCX). Los motores de avance-retroceso llevan mecanismo de transmisión con reductora mediante engranajes, que permite el avance más lento para asegurar la trayectoria. Lleva, además, tres sensores de luz (dos laterales para la detección de la línea negra colocados en los puertos de entrada 1 y 3 del RCX y un tercero para detectar los puntos verdes de repostaje conectado al puerto 2, este detector está colocado en el lado derecho del robot de forma que sólo repostará en los puntos que encuentre de ese lado); así mismo llega un sensor de tacto para la detección de la lata colocado también en el puerto 2 del RCX. La pinza atrapaletas, controlada por el motor B, está compuesta por un sistema de transmisión por engranaje para un lado con inversor de giro para el opuesto.





Figura 5.30: DIMANU

## Programa

El programa comienza abriendo la pinza manualmente. Los motores de los puertos A y C avanzan durante un segundo para salvar la línea negra y el programa sigue con un multitarea, a través de sendos condicionales asignados a los puertos 1 y 3 se comprueba si leen luz blanca, cuando los dos detectan luz blanca se avanza con los dos motores asignados a los puertos A y C; si uno de los sensores detecta negro, es decir condicional con valor ¡45, se rectifica la trayectoria haciendo que el motor de ese lado retroceda mientras el del lado opuesto avanza. La velocidad de los motores es alta en el que retrocede y baja en el que avanza. Por otro lado en ambas trayectorias de la multitarea se comprueba la lectura del tercer sensor de luz colocado en el puerto 2 de entrada que debe ser de un valor intermedio entre negro (valor muy bajo) y blanco (valor muy alto) y si toma dicho valor se paran ambos motores A y C durante un segundo. Este procedimiento sólo se efectúa sobre el lado derecho de la trayectoria. El programa continúa con un condicional sobre el estado del sensor de tacto conectado también en el puerto 2. Si

el valor es bajo el programa continúa según el proceso ya contado, pero si toma un valor muy alto ( $\geq 90$ ) esto indicará que se ha activado dicho sensor en cuyo caso se paran los motores A y C y se pone en marcha el motor del puerto B que cierra la pinza y medio segundo después comienza el giro activando A en avance y C en retroceso por un tiempo calculado hasta completar los  $180^\circ$  necesarios. Cuando los sensores 1 y 3 vuelven a leer ambos blanco simultáneamente se reanuda la marcha en avance repitiendo el procedimiento descrito anteriormente. Cuando llega el final, ambos sensores 1 y 3 leen negro, se paran los motores A y C y se activa B en sentido opuesto al realizado anteriormente para abrir la pinza y dejar la lata. Se retrocede con los motores A y C durante un segundo y se realiza un giro temporizado calculado para  $180^\circ$ .

El ciclo se repite una vez más completo controlado por el estado de un contenedor con incremento unitario asignado a una recursión de valor 2.

## 5.27. I.E.S. Octavio Paz

### Datos del instituto

C/ Beatriz Galindo nº 1  
28914 Leganés(Madrid);  
Teléfono: 91 6886444  
email: isacanales@Yahoo.es

### Participantes

Profesor responsable: Ana Doval Barreiros

Alumnos participantes: Daniel Simal González (4º ESO), Omar Fernández Sáez (1º Bach) y Tamara Trillo Gómez (1º Bach)

### Descripción del robot

Nombre: CRAWLER y BREAKER  
Prueba: Fútbol

### Jugador CRAWLER

#### Mecánica

El robot consta de una RCX a la cual se han conectado 4 motores y dos sensores de luz infrarroja; los motores están conectados por pares según lado derecho o izquierdo del robot a los puertos A y C respectivamente. Los sensores de luz están situados en la parte frontal del robot, uno a cada lado del eje central. El sistema para empujar la bola de infrarrojos es una estructura rígida con elementos elásticos formados por gomas en el frontal del móvil.

#### Programa

El robot está programado y diseñado de forma muy sencilla, su programa consiste en detectar la bola de infrarrojos a través de la lectura de los sensores de luz de forma simultanea mediante una

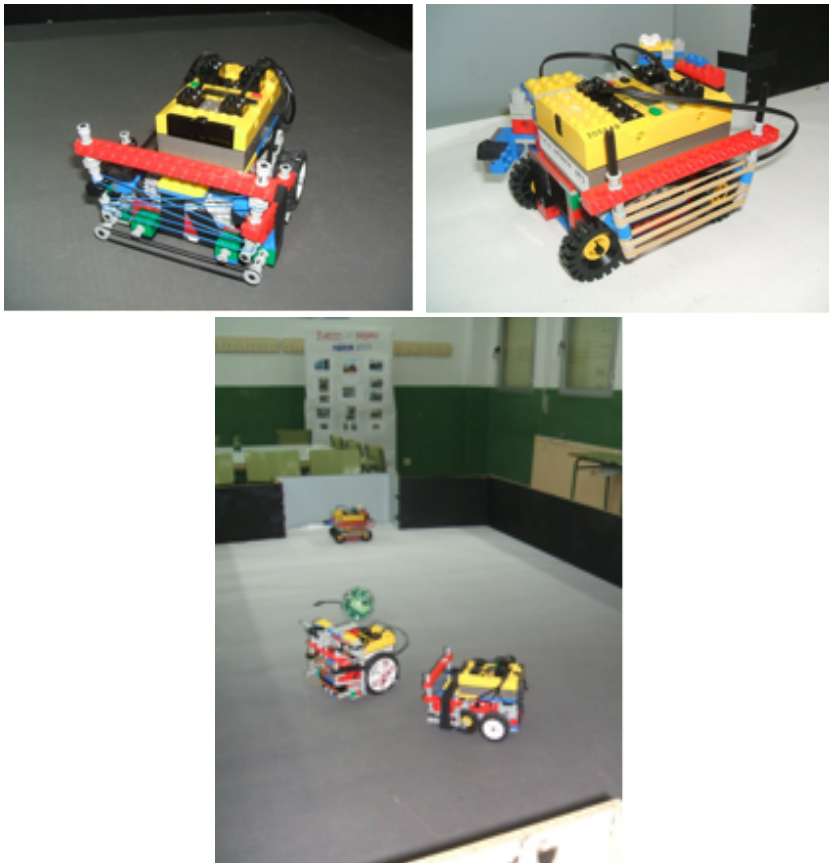


Figura 5.31: CRAWLER y BREAKER

multitarea. Cuando cualquiera de los dos la detecta, avanza hacia ella empujándola mediante el sistema elástico; si ninguno de los dos elementos sensores la detecta el robot gira sobre si mismo durante 5 segundos a velocidad lenta, si durante ese tiempo no consigue detectarla, retrocede un segundo y repite todo el programa de nuevo.

## Portero BREAKER

### Mecánica

Este robot consta también de una RCX, dos sensores de luz infrarroja y un solo motor. Las cuatro ruedas con las que se desplaza están unidas por dos ejes, pero el motor sólo le da tracción a un

eje, es decir, dos ruedas. Las otras dos ruedas se mueven a través de los adecuados mecanismos de transmisión mediante engranajes. Los sensores de luz infrarroja están colocados en la parte frontal horizontalmente formando un ángulo de  $45^\circ$  con la línea vertical. En la parte frontal del móvil hay también un sistema elástico para que la bola rebote y salga disparada.

### **Programa**

El programa mantiene al portero alerta en mitad de la portería y con condicionales de luz pregunta simultáneamente, a través de multitarea, si se detecta luz infrarroja en ambos sensores frontales, cuando cualquiera de ellos la detecta se activan los motores en esa dirección durante un tiempo calculado para llegar al final de la portería, y sigue detectando la bola, se mantiene parado tratando de empujar la bola con el sistema elástico de retención. Cuando la luz infrarroja desaparece vuelve a su posición en mitad de la portería activando los motores en dirección de retroceso y el ciclo se repetiría.

## 5.28. I.E.S. Palas Atenea

### Datos del instituto

C/Arrope s/n. 28850.  
Torrejón de Ardoz (Madrid)  
E-mail: tecnopalas@terra.es

### Participantes

Profesor responsable: Julio Sánchez Olías  
Alumnos participantes: Ricardo Fragueiro Machado, Arturo García Cano y Javier Herreros Tomé

### Descripción del robot

Nombre: Reservoir Bots  
Prueba: Fútbol

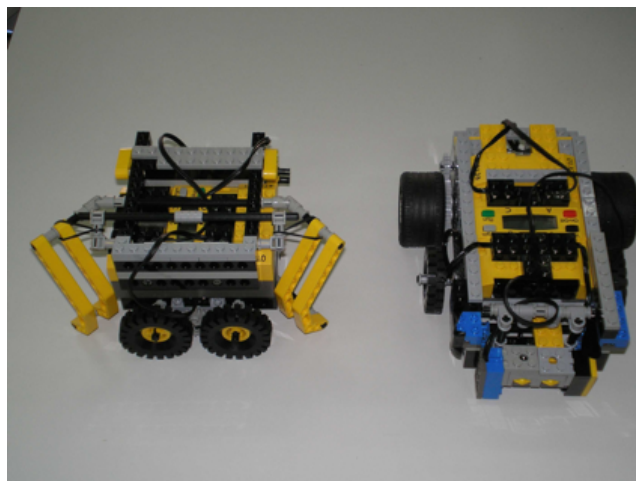


Figura 5.32: Reservoir Bots

### **Programa**

Es el equipo que han presentado los alumnos de 2º de Bachillerato a la prueba de Fútbol 2+2. Estos robots han sido programados con NQC.

### **Portero**

El portero tiene dos sensores de luz, uno apuntando a cada lado, para poder detectar la pelota de infrarrojos. Si la detecta, el robot se mueve hacia el lado correspondiente, para despejar la pelota gracias a unas gomas elásticas. Después de hacerlo, el robot retrocede, para recuperar una posición centrada en la portería.

### **Delantero**

El delantero intenta detectar la pelota de infrarrojos con dos sensores de luz. Cuando la logra detectar, avanza hasta chocar con ella, lo que detecta mediante dos sensores de contacto, que hace que se mantenga el movimiento de avance. Además, el robot tiene un tercer sensor de luz apuntando hacia el suelo, por lo que es capaz de saber en qué zona del campo se encuentra, y por lo tanto, saber en qué dirección debe avanzar con la pelota para atacar la portería contraria.

## 5.29. I.E.S. Palas Atenea

### Datos del instituto

C/Arrope s/n. 28850.  
Torrejón de Ardoz (Madrid)  
E-mail: tecnopalas@terra.es

### Participantes

Profesor responsable: Alberto José Martín Cruz  
Alumnos participantes: Ángel Rico Calvo, Óscar Rodríguez  
Fernández y José María Sanz Górriz

### Descripción del robot

Nombre: KolapsoBot  
Prueba: El transportista



Figura 5.33: KolapsoBot



### Detalles

Este robot, que ha participado en la prueba del transportista, logrando el 4º lugar, ha sido diseñado, construido y programado por alumnos de 1º de Bachillerato.

Para realizar su función de rastreador, el robot dispone de dos sensores de luz en su parte delantera, cuya separación es regulable, de forma que el robot pueda adaptarse rápidamente, si es necesario, a cambios en la anchura de la línea. El movimiento se realiza con dos motores, que mediante un sistema reductor transmiten el movimiento a cuatro ruedas motrices, para facilitar los giros del robot.

El agarre de la lata se realiza mediante un sistema de pinzas, controladas por un tercer motor. La detección de la lata se realiza mediante un sensor de contacto. Este sensor no es accionado directamente por la presión de la lata, ya que la detección sería efectiva sólo en el caso de que el robot se la encontrase justo enfrente. Por ello, se ha montado un parachoques, capaz de detectar la lata cualquiera que sea el ángulo que exista entre ella y el robot.

El robot está programado con el software Lego Mindstorms, incluido en el Robotics Invention System 2.0. Dado que este software no permite programar más de un sensor por entrada, KolapsoBot no es capaz de parar en los puntos de repostaje.

El programa de control se basa en el uso de variables que hagan saber al robot cuál es el número de latas que lleva transportadas, así como si se encuentra en el camino de ida para coger una lata, o en el de vuelta para depositarla. En el primer caso, el robot sólo debe saber si está en una recta o en una curva, por lo que no necesita comprobar si los dos detectores encuentran la línea final. Esto permite ahorrar al robot tiempo de procesamiento, por lo que puede realizar el camino de ida a mayor velocidad. En cambio, para la vuelta sí es necesario que el robot compruebe no sólo las condiciones anteriores, sino que además debe ser capaz de detectar el momento en el que los dos sensores encuentren la línea negra, lo que significa que ha llegado al final del recorrido. Si esto se produce con la primera lata, el robot deberá parar, abrir sus pinzas, dar marcha atrás y luego media vuelta, hasta que se encuentre la línea, para ir a por la segunda lata. Si la lata que se ha transportado es

la segunda, el robot simplemente parará y abrirá las pinzas para liberar la lata.

## 5.30. I.E.S. Palas Atenea

### Datos del instituto

C/Arrope s/n. 28850.  
Torrejón de Ardoz (Madrid)  
E-mail: tecnopalas@terra.es

### Participantes

Profesor responsable: Óscar Rodríguez Sánchez  
Alumnos participantes: Sergio Ramírez Luque

### Descripción del robot

Nombre: Peyote  
Prueba: El transportista

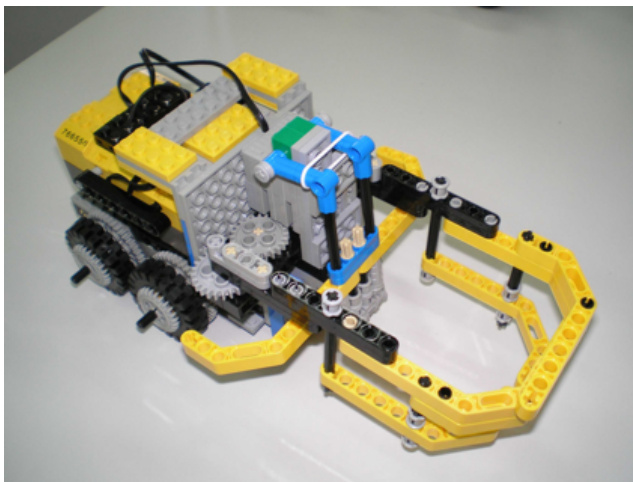


Figura 5.34: Peyote

### Detalles

Es un robot bastante parecido a KolapsoBot. Se diferencian en cómo han resuelto los alumnos los problemas de sujeción de las

piezas de las pinzas y del sistema de rastreo. Ha sido obra de alumnos de 4º de ESO.