

## **ROBOCAMPEONES: APLICACIÓN DE LA ROBÓTICA A LA EDUCACIÓN**

De Vicente MATELLÁN OLIVERA, José María CAÑAS PLAZA, Carlos E. AGÜERO,  
Víctor M. GÓMEZ GÓMEZ, Francisco MARTÍN RICO y Pablo BARRERA GONZÁLEZ

### RESUMEN

Los últimos años se está detectando una bajada significativa en la matrícula de alumnos en las ingenierías en los países desarrollados. Esto nos ha hecho plantearnos la necesidad de fomentar las vocaciones científico-técnicas, para lo que hemos decidido aprovechar nuestra experiencia en el campo de la robótica. En concreto hemos organizado un campeonato de construcción de robots que denominamos RoboCampeones y que describimos en esta comunicación.

### INTRODUCCIÓN

Los países de nuestro entorno han detectado con antelación un problema que ahora se empieza a producir en el nuestro: el descenso de matrícula en las carreras de contenido experimental y técnico, 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, y con una proyección social en decadencia.

En algunos países como Alemania y Estados Unidos esto 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. Incluso se trata de una preocupación estratégica. Por ejemplo, en los EE.UU. el número de graduados en ingeniería es del 4% del total de egresados, mientras que en China suponen el 30%.

Muchas de estas iniciativas han decidido utilizar los robots como medio para acercar las disciplinas técnicas a los alumnos de educación secundaria.

La expectación que despiertan este tipo de eventos se refleja en las fotografías de la Figura 1, correspondientes a la fase final de la edición 2004 de RoboCampeones.

Además de la componente tecnológica la robótica tiene una componente académica muy importante. En el marco de la Enseñanza Secundaria, tanto la ESO como Bachiller, los robots sencillos suponen un escenario idóneo para practicar los conceptos de las asignaturas como Tecnología e Informática.

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; lo que permite introducir las ideas intuitivas como secuencia de instrucciones, bucles, condiciones... 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.



Figura 1: RoboCampeones 2004 en el campus de Móstoles de la ESCET

La idoneidad de los robots como plataforma educativa también ha sido apreciada por la propia Comunidad de Madrid, cuya Consejería de Educación dotó a todos los institutos de la comunidad autónoma con varios juegos completos de robots de piezas LEGO durante el curso 2002/2003. En concreto, con 6 ladrillos de LEGO y 2

juegos completos de piezas, ampliando la dotación en el 2003/2004 con nuevo piecerío y sensores.

A este potencial didáctico hay que añadir la vistosidad y capacidad de motivación que tienen los robots sobre los alumnos. Esto lo hemos apreciado en el interés demostrado por los alumnos de secundaria durante las visitas que varios institutos han hecho en los últimos años al laboratorio de robótica de la Universidad Rey Juan Carlos , tanto dentro como fuera de la Semana de la Ciencia. Además lo hemos ratificado en nuestros alumnos universitarios de la asignatura Robotica, que siendo una asignatura optativa siempre tiene mas solicitudes que plazas disponibles y la de libre elección "Introducción a la Robótica" que se ofrece a las diversas titulaciones informáticas de la ESCET.

Las competiciones de robótica se han popularizado mucho los últimos años, siendo ejemplos destacados a nivel nacional el concurso Hispabot, organizado por la universidad de Alcalá de Henares o los concursos de batallas (sumo, destrucción, etc.) que se organizan en la Universidad Politécnica de Cataluña. Sin embargo todas estas actuaciones están orientadas a los alumnos de educación universitaria fundamentalmente de enseñanzas técnicas: electrónica, informática, telecomunicaciones, etc., mientras que el público objetivo de RoboCampeones son los alumnos de los centros de educación pre-universitaria.

## METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DIDÁCTICOS

El método elegido para fomentar la participación, como se ha comentado, ha sido la organización de una competición inter-centros, con una competición previa intra-centro que podrá fomentar también el interés de los alumnos por las materias objeto de esta actuación, las científico-técnicas.

La competición, que se denomina RoboCampeones, se centra en la construcción de un robot que deberá realizar una serie de pruebas, bien en el mejor tiempo posible, bien con la precisión más adecuada.

El carácter de las pruebas, como ya hemos comentado, es competitivo, aunque obviamente no es el objetivo de la actuación determinar cuál es el "mejor" instituto. Por ello se han creado categorías y premios alternativos como el robot más original, el mejor decorado, el más astuto, etc. de forma que no se prime

únicamente la eficiencia. La actividad es competitiva únicamente con el objetivo de que suponga un aliciente extra para los alumnos.

Además de la realización del material necesario para las pruebas: reglamentos, guías para los profesores, construcción física de las pistas necesarias, etc. se pretende elaborar material didáctico que se entregará a las centros en forma de cursos de corta duración y a la sociedad en general en forma de talleres de libre acceso.

#### ROBOCAMPEONES 2004

En la primera edición, celebrada en Mayo de 2004, participaron más 200 alumnos de 14 institutos diferentes. Además de la propia competición, también se realizaron actividades paralelas, como exhibiciones de robots, conferencias y charlas.

Además también se han utilizado los medios electrónicos, en particular se creó un sitio web: "RoboCampeones.com" para centralizar toda la información relativa al concurso. También se contó con la colaboración de los diversos portales educativos así como de las listas de distribución.

Para dar una idea del tipo de campeonato vamos a describir las pruebas del concurso del año 2004 fueron: "El pañuelo" y "Carrera de obstáculos".

##### *Prueba 1: El pañuelo*

La primera prueba consistió en una versión muy simplificada del tradicional juego del pañuelo. En ella dos robots que parten de extremos opuestos de una línea deben atrapar una lata de refresco que se encuentra en el centro de la misma, atraparla y volver a su lugar de origen. El ganador es el que consiga llevar la lata a su lugar de partida. Un robot resulta perdedor en este juego si tiraba la lata o si pasa con ella al campo contrario. Si quedan bloqueados se consideraba empate y se repite.

La pista de competición consistió en una línea negra, sobre fondo blanco, de 3 metros de largo y 1,5 centímetros de ancho. En el centro de la misma y en los extremos se colocaron 3 líneas perpendiculares de igual anchura y 20 centímetros

de largo que marcaban los lugares de partida de los robots y la posición de la lata. La Figura 2 muestra un esquema de la pista y un ejemplo sencillo de implementación.

La lata estaba pintada de blanco y lastrada con arena de forma que el peso total de la misma era de aproximadamente 150gr.

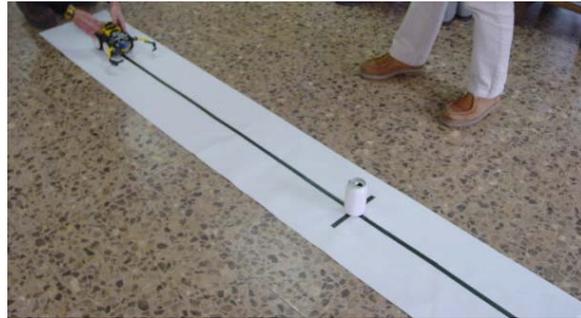


Figura 2: Pista para la prueba del pañuelo

### *Prueba 2: Carrera de Obstáculos*

La segunda prueba consistió en una carrera de obstáculos que se celebró en dos pistas simultáneas de igual longitud, con igual número de obstáculos y dispuestos de la misma forma en ambas pistas, siendo el ganador el robot que consiga llegar al otro extremo en primer lugar.

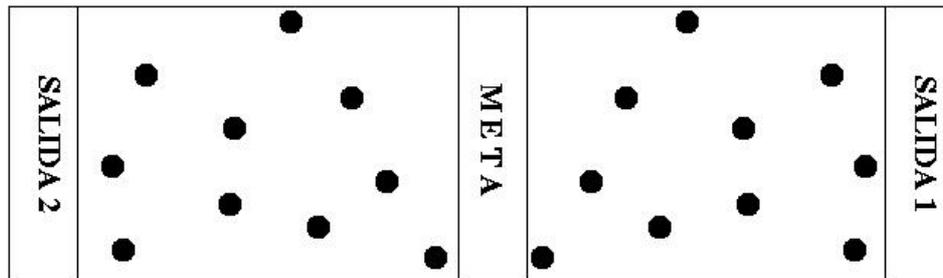
La pista consistió en un rectángulo de 3 metros de largo por 1 metro de ancho y de suelo blanco. La pista estuvo delimitada por una línea negra de 1,5 centímetros de grosor.

Si algún robot salía completamente de la cinta negra del borde se consideró perdedor de esa carrera. Si los dos salían el primero en hacerlo se consideraba el perdedor. Transcurridos 4 minutos, si ninguno de los robots ha conseguido llegar a la meta, se consideró como ganador al más próximo a ella en línea recta.

Los obstáculos fueron latas de refresco individuales rellenas de arena, de color negro, colocadas en posición vertical. Si algún robot los consiguiera mover, o pasar por encima de ellos sería considerado el perdedor de esa prueba.

La disposición de las latas era desconocida a priori por los concursantes, pero siempre se verificaba que entre cada una de ellas habrá al menos un hueco de 25 centímetros.

La Figura 3 presenta un pequeño esquema de una posible configuración.



**Figura 3:** Esquema para la pista de la carrera de obstáculos

Para la primera y segunda prueba los robots debían ser autónomos y tanto el controlador como el resto de elementos aceptables fueron únicamente piezas y componentes LEGO.

Cada centro pudo presentar un máximo de 2 grupos de alumnos, cada uno de ellos bajo la responsabilidad de un profesor diferente. Cada grupo de alumnos estuvo formado por un máximo de 4 alumnos.

Todos los miembros del grupo debían estar presentes durante toda la duración de las pruebas, la no asistencia significaba la no consideración como parte del grupo. Cada grupo pudo presentarse a una o a las dos pruebas con el mismo robot o con uno diferente para cada prueba.

Antes de comenzar la primera prueba, los participantes dispusieron de una hora para probar los robots en el escenario, ajustarlos a las condiciones de iluminación, etc. Adicionalmente se dispusieron dos salas auxiliares donde los participantes podían preparar sus robots.

Entre cada prueba hubo un periodo de media hora para que los participantes pudiesen modificar el software y hardware de los robots, fuera de este periodo los robots no se podían manipular. En ningún caso se podrá controlar el robot desde el exterior (con un mando a distancia, puerto IR, etc).

Los sistemas contruidos no tenían además que cumplir requisitos de seguridad. Así no podían ser peligrosos, ni molestos, para los participantes, ni para los asistentes al concurso. El jurado de las diferentes pruebas estaba facultado para eliminar por este motivo a cualquier participante en el concurso.

Todos los participantes además fueron animados a mantener un espíritu de convivencia y respeto a los demás equipos y robots. En cada una de las pruebas se nombro un juez, profesor de la Universidad Rey Juan Carlos, que veló por el cumplimiento de las normas, de su interpretación y que estaba autorizado para resolver cualquier situación no contemplada en las bases del concurso. Las decisiones de los jueces se definieron como inapelables.

El formato de la competición dependió del número de participantes inscritos en cada prueba, con la idea de que cada participante tuviese la mayor cantidad de oportunidades posibles de probar su robot contra otros participantes, pero sin alargar la competición más allá de lo necesario. Así se establecieron las siguientes modalidades en función de los participantes:

Participantes	Método
Hasta 5	Todos contra todos (1 a 20 competiciones)
De 6 a 10	Por sorteo se dividen en dos grupos, dentro de cada grupo se enfrentan todos contra todos y el mejor de cada grupo pasan a la final
De 11 en adelante	Por sorteo se dividen en grupos que se enfrentan entre si, clasificandose para una ronda final el mejor de cada grupo.

Los participantes debían encargarse de aportar los robots y los ordenadores que necesiten. Los participantes se encargarán del traslado de dichos materiales al lugar de celebración del concurso así como de su retirada. La organización puso a disposición de participantes monitores, teclados y ratones así como tomas de corriente, mesas y sillas.

Para reducir en la medida de lo posible la competitividad se decidió que los premios no fuesen acumulables para un mismo grupo, debiendo elegir entre ellos. Los premios fueron kits de robótica para los alumnos y trofeos para los centros. De esta

forma los premios estuvieron más distribuidos. Igualmente, todos los centros participantes recibieron una dotación de piezas LEGO adicional .

## ROBOCAMPEONES 2005

La edición de 2005 se celebró también el 12 de mayo de ese año con un incremento notable de participantes. Las pruebas del concurso en la edición del 2005 fueron: "El pañuelo Curvo" y "Limpiadores de Latas". A continuación se comenta su descripción y reglamento.

### *Prueba 1: El pañuelo curvo*

La primera prueba consistió en una versión simplificada del tradicional juego del pañuelo. En ella dos robots, que parten de extremos opuestos de una línea curva, deben seguir dicha línea para atrapar una lata de refresco que se encontraba sobre la misma, y llevarla a su lugar de origen. Se descalificó a los equipos que aprovecharan evidentemente un posible conocimiento de la pista (o que evidentemente ignorasen la línea).

El ganador fue el que consiguió llevar la lata a su lugar de partida. El robot debía adicionalmente detenerse una vez alcanzada la posición inicial (la lata debía cruzar la línea de partida). Si los dos robots quedasen bloqueados se considera empate y se repetía la prueba, igualmente si un robot conseguía coger la lata pero no dejarla en la posición de salida se consideró empate. Si se repetiese el empate por segunda vez se repetiría de nuevo, y de producirse un tercer empate el árbitro decidirá el ganador.

La pista de competición consistía en una línea de longitud desconocida, de trazado también desconocido (igual para ambos participantes) de color negro sobre fondo blanco, y 1,5 centímetros de ancho. En los extremos y en el centro de la misma se colocaron líneas perpendiculares de igual anchura y 20 centímetros de largo que marcaban los lugares de partida de los robots y la posición de la lata. Los robots podían tener cualquier tamaño, pero en la salida todo el robot debía estar por detrás de la línea de partida.

La lata estaba pintada de blanco y lastrada con arena de forma que el peso total de la misma era de aproximadamente 150gr. La figura ilustra una posible configuración de la prueba.

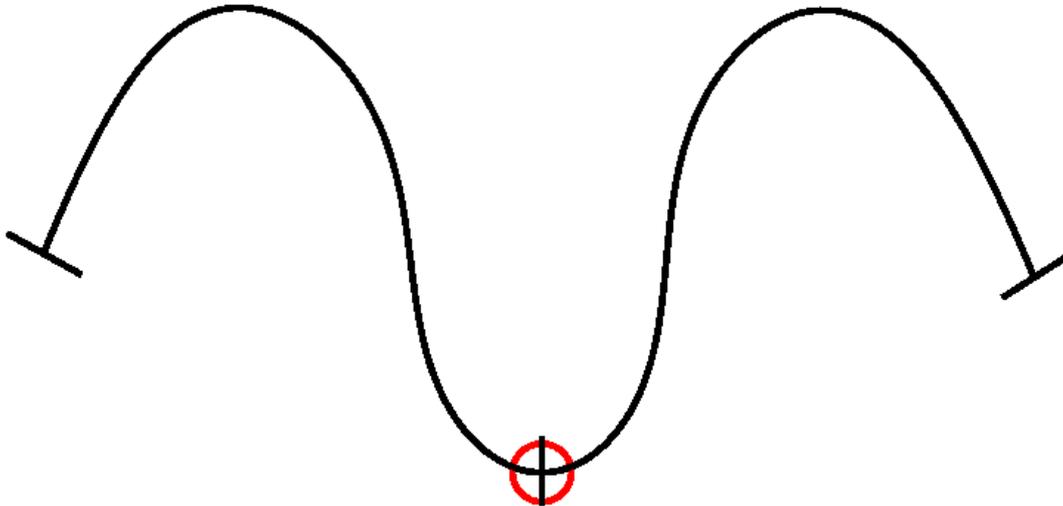


Figura 4: Pista ejemplo para la prueba del pañuelo (el trazado puede variar)

#### *Prueba 2: Limpiadores de latas*

La segunda prueba consistía en la construcción de un robot capaz de expulsar 3 latas de refresco, forradas de cartulina negra o blanca, de un área rectangular de dimensiones conocidas. En la prueba participaban simultáneamente 2 robots, cada uno de los cuales debía expulsar las latas de un color (uno las blancas y el otro las negras). Al comienzo de la prueba se sorteaba el color de las latas a extraer.

Se consideró ganador al robot que conseguía sacar en primer lugar las 3 latas de su color fuera del recinto, con un tiempo límite de 3 minutos pasado el cual, si ninguno de los robots había sacado todas las latas, se consideraba ganador al que más latas había sacado. Si habían sacado el mismo número se considera ganador al que hubiera sacado antes la última lata de su color.

La pista de la prueba era un cuadrado de 2x2 metros, dentro del cual se delimitó una zona de 1,5x1,5 metros mediante una línea negra de 1,5 centímetros de grosor. Las latas tenían que salir completamente del cuadrado para considerarse expulsadas. Los robots podían salir y entrar del cuadrado cuantas veces quisiesen, pero no podían ser manipulados durante la duración de la prueba (p.e. recolocados)

La Figura 5 muestra un esquema de una posible configuración y un momento de la prueba:

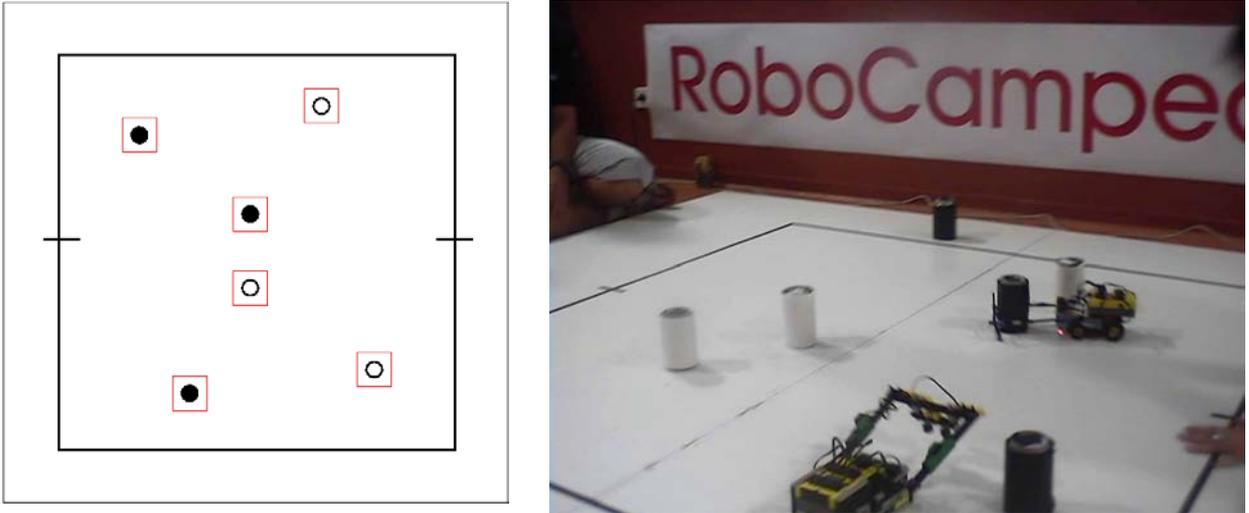


Figura 5: Pista de ejemplo para la segunda prueba e instantánea de la prueba

La disposición de las latas era desconocida a priori y según el reglamento podía variar entre la ejecución de las distintas fases. Se garantizaba que la colocación de las latas era simétrica para que los equipos compitiesen en igualdad de condiciones. Los dos robots partían simultáneamente de lugares opuestos de la pista. Los lugares de partida de los robots estarán marcados con las líneas perpendiculares al borde, como muestra la parte izquierda de la figura 5.

Un robot no podía mover las latas del color que tenía que sacar su oponente. Alrededor de cada lata había un cuadrado que marcaba el máximo desplazamiento que un robot puede hacer de las latas de su oponente. Si un robot saca alguna lata de su oponente de ese cuadrado perderá esa prueba. El cuadrado estaba realizado con una línea fina, invisible para los sensores.

## RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Las dos ediciones celebradas hasta la fecha nos han demostrado que la idea de RoboCampeones merece la pena y vale la pena. Merece la pena porque los profesores de los centros que han participado mayoritariamente nos han comentado que les ha servido para motivar a los alumnos y que la motivación a

funcionado. Vale la pena porque, después del esfuerzo de organización, los organizadores, firmantes de esta comunicación nos sentimos satisfechos.

Los resultados, entendiendo como tales, los equipos ganadores, creemos que nos son relevantes, en cualquier caso se pueden encontrar en la página web de RoboCampeones (<http://www.robocampeones.com>). Los resultados que nos gustaría medir, y que esperamos poder medir algún día, son los relacionados con el despertar de vocaciones científico-técnicas.

La figura 6 muestra la celebración de una de las pruebas del 2005. Una muestra del éxito de público de RoboCampeones fue la necesidad de habilitar 3 salas adicionales con vídeo proyección simultánea para que los compañeros de los equipos participantes pudiesen seguir las pruebas.



Figura 6: Celebración de una de las pruebas en el 2005

Los trabajos futuros que nos planteamos tienen que ver de momento con conseguir el soporte necesario para mantener y extender la iniciativa. En esa línea, la edición de 2006 se celebrará nuevamente el 12 de mayo de 2006. En esta ocasión, aprovechando la celebración este verano del mundial de fútbol, una de las pruebas será la construcción de un robot capaz de jugar a una versión simplificada del fútbol. De esta forma queremos también alinear RoboCampeones con las competiciones de este estilo que existen en el mundo, como la RoboCup Jr.