

## Contenido

- 1- [Introducción](#)
- 2- [Evolución de la robótica](#)
- 3- [Niveles de la arquitectura de un microbot](#)
- 4- [Desarrollo de un microbot](#)
  - [Análisis](#)
  - [Diseño](#)
  - [Implementación](#)
- 5- [Foros de robótica](#)
  - [EL TORNEO DE LOS PRINCIPIANTES. LOS RASTREADORES](#)
  - [EL TORNEO DE LOS MAS FUERTES. LOS LUCHADORES DE SUMO](#)
  - [TORNEO PARA EQUIPOS DE FÚTBOL, ROBOCUP](#)
- 6- [Bibliografía](#)

### 1.Introducción

Un microbot es un pequeño robot móvil, inteligente y de bajo precio, que es capaz de desarrollar tareas sencillas con rapidez y precisión. Su interés radica en que puede resolver una variedad de actividades comunes e incluso, cuando un grupo trabaja cooperativamente, resolver tareas muy complejas.

Aunque hasta hace pocos años los microbots eran codiciadas piezas de investigación en los grandes laboratorios, hoy en día, gracias a los avances en los microcontroladores, son dispositivos que son construidos y manejados por estudiantes, aficionados y profesionales.

La Robótica reúne a muchas disciplinas: la Mecánica, la Electrónica, la Informática, el Control de Motores, los Transductores y la Inteligencia Artificial, son aspectos comunes en el funcionamiento de los microbots.

Existen microbots exploradores que analizan el terreno y crean mapas; otros son limpiadores, que limpian recintos; microbots ordenanzas que acompañan a los visitantes a las dependencias a las que se dirigen. Hay microbots detectores de minas enterradas; microbots que analizan los volcanes; otros que exploran ambientes submarinos y extraterrestres. Para finalizar hay microbots divertidos, como los que juegan al fútbol, al golf, al tenis y los luchadores de sumo. En la figura 1, se tienen algunos ejemplos de robots y microbots.

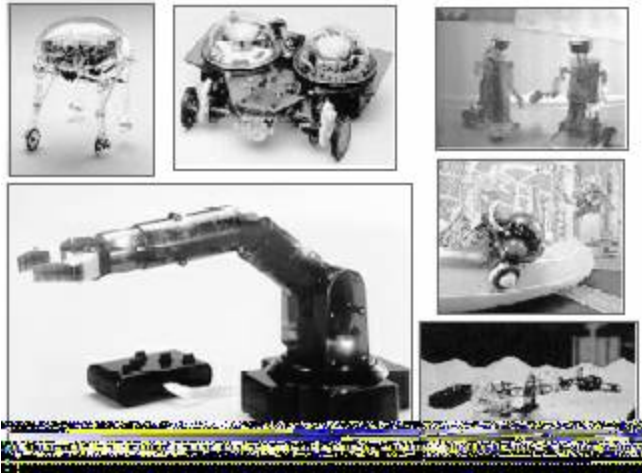


Figura 1

[Volver](#)

## **2- Evolución de la microbótica.**

En 1917 el escritor Karel Capek, en su obra “Rossum’s Universal Robots”, usó la palabra *robota*, que en checo significa trabajador forzado. Cuando este libro se tradujo al inglés apareció el término ROBOT, que en el contexto del libro se utilizó para referirse a una máquina con aspecto humanoide. Se considera la aparición del primer robot en su concepción moderna, como la unión del control numérico y de la telequímica. El control numérico fue una de las primeras formas de la informática y la telequímica es la ciencia que estudia los manipuladores controlados a distancia por un ser humano, o teleoperadores que se pueden considerar como una máquina-herramienta avanzada. A partir de aquí la evolución de la robótica ha estado íntimamente relacionada con el desarrollo de la tecnología eléctrica e informática, todo en la aparición de nuevos y mejores sistemas de control. En 1959 se introdujo el primer robot comercial por Planet Corporation, estaba controlado por interruptores de fin de carrera y pesas. En 1971 la universidad de Stanford desarrolló el Stanford arm, un pequeño brazo robot de accionamiento eléctrico. En 1981 la Universidad Carnegie-Mellon diseñó un robot que utilizaba motores eléctricos situados en las articulaciones del manipulador sin las articulaciones mecánicas habituales. Las primeras prácticas de los robots se encuentran en la industria y sobre todo en la del motor. En 1961 la Ford Motor Company utilizó uno para controlar una máquina de fundición en troquel y en 1974 Kawasaki instaló otro para soldar las estructuras de las motocicletas.

En paralelo los lenguajes de programación de robots fueron mejorando y en la exposición “Robots 8” se mostraron los primeros lenguajes de programación que permitían el desarrollo de programas de control utilizando gráficos interactivos en una PC que luego se podrían cargar en el robot.

Al ser la industria la que adquirió la mayoría de ellos una de las primeras definiciones del término robot la proporcionó el Robotics Industries Association (RIA) y vino a decir:

Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable diseñado para desplazar materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales mediante movimientos programados variables para la ejecución de una diversidad de tareas.

La evolución de la tecnología ha permitido desarrollar nuevos materiales, sensores y chips que han facilitado y abaratado considerablemente la construcción de robots.

Aun así los robots hasta hace poco tiempo aplicados en la industria y en la investigación eran excesivamente caros. Para lograr su integración total se necesita hacerlos cada vez más baratos y

generales de manera que sean accesibles, económicamente a las personas comunes y que lo que quieren es que les resuelva alguna de sus tareas cotidianas. ¿No sería fantástico un robot que limpiase el polvo, que cortara el césped y que además vigilase la casa? Las dos características anteriores, económico y general, se encuentran en un tipo de robot que poco a poco se está abriendo camino, este es el microbot.

[Volver](#)

### **3- Niveles de la arquitectura de un microbot:**

-  
**Nivel FÍSICO:** Comprende la estructura física, las unidades motoras que permiten la movilidad del microbot y la realización de ciertas actividades como recoger piezas, usar herramientas, etc; y las etapas de potencia que suministran la energía.

Para sujetar de forma rígida y segura los motores, los sensores y la tarjeta microelectrónica de control, se emplea un armazón, que puede ser de estructura metálica, de plástico, o bien de otro material realizado a medida.

Los microbots disponen de unos motores que mueven las ruedas que les proporciona la movilidad. También disponen de otros motores y actuadores, como pinzas y herramientas que les permiten recoger piezas, taladrarlas, etc.

-  
**Nivel de REACCIÓN:** Está formado por el conjunto de sensores independientemente de su naturaleza, así como los sistemas básicos para su manejo. Haciendo una analogía con el cuerpo humano son los componentes que dotan al robot de los sentidos ( vista, audición, tacto). Ejemplos de sensores: Los infrarrojos, los detectores de proximidad, los radar, sonar, equipos de visión y de sonido.

**Nivel de CONTROL:** Incluye los circuitos más básicos que relacionan las salidas de los sensores con las restantes unidades. Este nivel es el que permite interpretar la información que proveen los sensores para poder realizar ciertas operaciones básicas, Ej: desplazarse sin chocar contra una pared, tomar objetos, etc.

En estos circuitos se incluye el microcontrolador, que es un pequeño computador metido en el chip de un circuito integrado. Contiene una memoria que aloja el programa que regula el comportamiento del robot. Podemos asemejar el microcontrolador con nuestro cerebro y sus características son determinantes en la operatividad y posibilidades del microbot.

**Nivel de INTELIGENCIA:** Es el que gobierna el comportamiento del microbot, esta conformado por el software guardado en la memoria del microprocesador que lo controla.

Es importante darse cuenta de que su potencia de razonamiento reside en el «programa» que la gobierna. La calidad del software es crucial en la funcionalidad y habilidad del microbot. En los microbots básicos, el reducido tamaño de la memoria impide utilizar tanto los programas extensos como los lenguajes de alto nivel y los sistemas operativos avanzados. En la mayoría de las aplicaciones, la capacidad de la memoria que contiene el programa está limitada a 256 bytes, 1 Kb o poco más. Además, los lenguajes empleados suelen ser el Ensamblador o el C. Como sistema

operativo se está popularizando últimamente el Linux. Todo esto dependerá de la aplicación del microbot y de cuanto se pueda invertir en hardware y software.

Antes de hablar de los siguiente niveles se relatará un experimento que dio la idea para los mismos:

Se tomó una serie de pequeños robots, de programación rudimentaria, cerrada y escasa en una habitación todos juntos para hacer una determinada tarea.

La tarea era la siguiente: En la habitación había trozos de velas distribuidos al azar, y los robots deberían recorrer caminos aleatorios e ir recogiendo los trozos de velas que fueran encontrando, luego a los programadores se les ocurrió asignarles otra tarea al cabo de un rato, cuando se vieran colapsados soltarían todas las velas que tenían en su poder en un montón y volverían a su primera tarea.

La sorpresa vino cuando terminó el ensayo, resulta que los robots aun sin conocer la existencia unos de otros habían colaborado mutuamente y habían dejado todos los trozos de vela en un único montón.

Se repitió el ensayo muchas veces y se llegó a la conclusión de que este resultado no era fruto de la casualidad ya que siempre las velas terminaban reunidas en un único montón.

Las implicaciones y conclusiones de este experimento eran sorprendentes; pequeñas maquinitas poco inteligentes programadas para hacer una tarea repetitiva y sin conocimiento de la existencia de otras máquinas programadas para la misma tarea y en el mismo entorno resulta que son capaces de colaborar para realizar una tarea global.

Nació entonces una nueva idea de la Microbótica, por la cual un Microbot no es un robot pequeño en tamaño si no en inteligencia programado para hacer una determinada tarea, que puede colaborar con otras máquinas de forma que hagan una tarea global.

A partir de este ensayo, también nació la duda, ¿qué serán capaces de hacer estas pequeñas máquinas si las dotamos del conocimiento de la existencia de otras máquinas, y si encima las programamos para que la colaboración sea organizada?.

Se estaría creando o descubriendo una especie de inteligencia artificial que funciona con parámetros sociales, de tal forma que la eficiencia de nuestras maquinitas no dependa quizás de un hardware más potente si no de una serie de habilidades sociales con respecto a otras máquinas que se han de programar, quizás el camino correcto no sea hardware de más y más potencia si no que lo que se tiene que buscar son algoritmos más y más potentes que aumenten la capacidad de relación y colaboración de pequeñas máquinas que no han de poseer demasiada inteligencia.

Estos son los siguiente niveles:

**Nivel de COMUNIDAD:** Se trata de la puesta en funcionamiento de más de un microbot dentro de un mismo entorno de forma simultánea y sin que ninguno de ellos tenga conocimientos explícitos de la existencia de otros en su mismo entorno.

**Nivel de COOPERACIÓN:** Comprende los sistemas en los cuales, a partir de un Nivel de Comunidad, se planifican o programan los microbots para que tengan conocimiento de la existencia de otros, tal que posean la capacidad de cooperar para el buen desarrollo de una tarea.

[Volver](#)

#### **4- Desarrollo de un microbot**

A continuación se describen las etapas de desarrollo y se señala un ejemplo práctico.

##### **Análisis:**

Primero se debe tomar en cuenta cual será la función que deberá realizar el microbot y el ambiente en el que se desplazará. Estos dos factores determinarán desde el nivel físico hasta el nivel de inteligencia que tendrá el robot.

Segundo, se tiene que identificar si la tarea a realizar se hará con un solo microbot o con una comunidad de estos y se debe establecer si la tarea se hará en forma cooperativa o no.

En esta etapa se definen las especificaciones del microbot. Aún no se toma en cuenta problemas específicos que podrían llegar a surgir en el diseño o en la implementación. Tampoco, se tienen en mente hardware o software específico. Lo que se hace es transcribir en “papel” la idea.

Ej: Se describe a continuación un microbot bautizado “Puchobot” por sus creadores. Es propiedad intelectual de Microbótica S. A., empresa española especializada en el diseño de microbots.

El objetivo del proyecto es poder desarrollar un robot articulado que puede movilizarse en diversas direcciones, que reconozca y esquive ciertos obstáculos como ser muebles o paredes y que pueda ser manejado por algún usuario.

[Volver](#)

### **Diseño:**

Se empieza a analizar la problemática y se buscan soluciones y alternativas. Se analizan las diversas alternativas buscando la más conveniente.

Para esta etapa se deben tomar en cuenta cada uno de los niveles de un microbot.

*Nivel físico:* se especifican los motores, servomecanismos, el tipo de armazón, la alimentación.

Ej: En el caso de los microbots luchadores que participan en competiciones de sumo. La estructura recibirá los impactos de los contrincantes; deben disponer de paragolpes seguros, rampas inclinadas para amortiguar embestidas y elementos de protección para sus propios sensores. La estructura debe ser resistente, pues tiene que soportar pesadas baterías de plomo que han de alimentar adecuadamente los motores (figura 2).

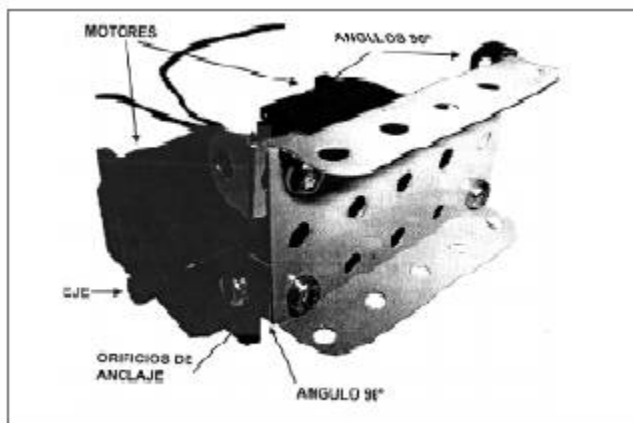


Figura 2

*Nivel de reacción:* Se especifican los sensores y trasductores que usará el microbot.

Primero se buscan todas las alternativas posibles y se elige aquella que sea la más adecuada en el aspecto económico y técnico.

Ej: En el caso de los microbots luchadores que participan en competiciones de sumo, se necesita un sensor que abarca todo el perímetro de la máquina, que detecta con exactitud el punto de ataque del luchador contrario, para esto en realidad se suele usar una serie de sensores de ultrasonido.

Otro ejemplo es para los robots rastreadores que deben seguir una trayectoria descrita por un camino dibujado en el suelo, para esto son necesarios sensores infrarrojos que detectan la pintura en el suelo.

*Nivel de control:* Se debe tomar en cuenta la aplicación y los recursos que se tienen para luego elegir el microprocesador que hará de cerebro del robot. Además se debe tener la tarjeta controladora del microprocesador. Se toman en cuenta también las conexiones eléctricas y tener mucho cuidado de no sobrepasar los valores de tensión máxima y mínima en los puertos del micro que estarán conectados a los sensores.

Ej: Existen microbots cuyo cerebro está formado por varios computadores en red, como sucede con el que compete en carreras y que se llama *Robocar*, que tienen un Pentium a 166 MHz conectado a un sistema PC/AT, modelo PC 104, para poder procesar la enorme información procedente de sus múltiples y poderosos sensores.

Dos microbots que comercializa la empresa *Microsystems Engineering*. El modelo *PICBOT-1* es un diseño propio basado en el microcontrolador PIC16F84 (figura 3).

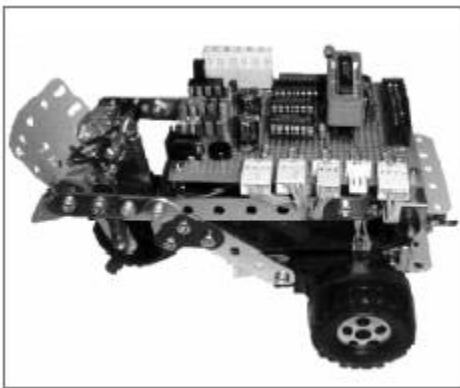


Figura 3

El microbot *TRITT* está construido alrededor de un microcontrolador de 8 bits de MOTOROLA, modelo 68HC11 (figura 4).



Figura 4

Ambos microbots tienen prestaciones similares, aunque el primero es más barato que el segundo.

Con referencia al PICBOT-1, sólo dispone de una tarjeta electrónica que contiene el microcontrolador PIC 16F84 y que en realidad es de propósito general. Es decir, no es una tarjeta dedicada al microbot, sino que con ella se pueden automatizar numerosas aplicaciones típicas, especialmente las que están orientadas al gobierno de motores y a la adaptación de sensores industriales. Dicha tarjeta recibe la denominación *MSX-84* y además del microcontrolador contiene la circuitería necesaria para soportar la regulación de dos motores y cinco sensores diversos. La tarjeta *MSX-84* dispone de un conector de expansión PICBUS, a través del cual se puede conectar al sistema de desarrollo *MicroPic Trainer*,

con el que se pueden simular, editar, grabar y borrar programas «en circuito», o sea, directamente sobre el microbot (figura 5).

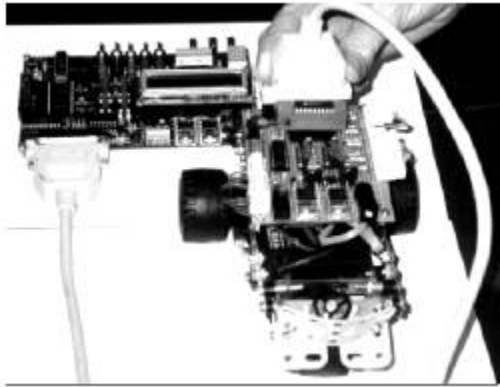


Figura 5

En el caso del TRITT existen dos tarjetas electrónicas. Una de ellas, la CT6811, contiene exclusivamente el microcontrolador 68HC11 y todos los conectores para adaptarle los elementos a controlar (figura 6).



Figura 6

La otra tarjeta posee un circuito dedicado al control de motores y sensores, y se denomina CT293. Ambas tarjetas van colocadas tipo «torre», dando la prestancia característica al TRITT.

*Nivel de Inteligencia:* Ahora es el momento de diseñar los algoritmos y codificarlos al lenguaje de programación de preferencia. El lenguaje de programación puede ser lenguaje ensamblador o algún lenguaje de alto nivel que se elija (C++, Pascal, etc). La elección del lenguaje de programación depende mucho del nivel de abstracción que se quiere tener. Aunque hoy en día, la mayoría de las cosas que solo se podían hacer programando a bajo nivel ya son realizables a alto nivel debido a los buenos compiladores que existen.

*Nivel de comunidad:* Se debe tomar en cuenta si la tarea que se ha de realizar es una tarea compleja o sencilla. El grado de complejidad puede variar de acuerdo a la cantidad de tareas, el área que se debe abarcar, la velocidad con la que se tenga que realizar la tarea, etc. Por lo tanto, para una tarea compleja se puede elegir tener varios microbots haciendo la misma tarea. Conociendo la estructura de cada microbot, su costo y su performance, entonces se puede definir la cantidad de microbots que realizarán la tarea, sin que necesariamente cada uno de ellos realice el mismo trabajo.

Ej: Para realizar una tarea como la de vigilancia en una superficie amplia, como un supermercado, se podrían tener varios microbots recorriendo el área a vigilar. Entonces la tarea de vigilancia será realizada en forma más efectiva de lo que sería con un solo vigilante.

*Nivel de cooperación:* Se deben diseñar los sistemas de comunicación y los protocolos. También tomando en cuenta las características y jerarquías que se hayan definido de la comunidad de



microbots en la etapa de análisis, se diseñan los algoritmos que permitan a los microbots comportarse como una comunidad cooperativa.

Ej: Para el caso de la vigilancia del supermercado, en este nivel se diseñará el sistema de comunicación entre los microbots para que estos puedan compartir información y realicen una tarea más efectiva. Puede haber un líder vigilante que asigne las diferentes áreas de trabajo para los demás y de esta forma se podrá abarcar la superficie del recinto de manera más eficiente.

Otro ejemplo interesante, es una comunidad de microbots “hormiga” desarrollado en la universidad de MIT. Aunque, este trabajo sea más bien con fines de pura investigación, vale la pena destacarlo por la complejidad del trabajo.

Las hormigas son una comunidad de microbots de 1 pulgada cúbica (figura 7).

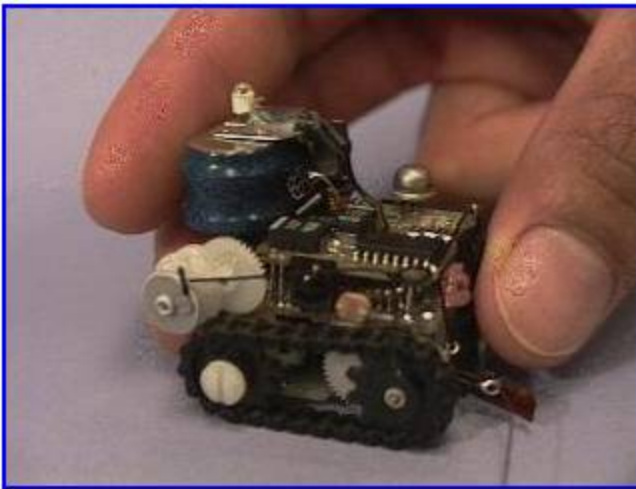


Figura 7

Existen varios niveles de comportamiento social antes de alcanzar la idea de una colonia de hormigas. En este momento, los robots pueden jugar a “Seguir al líder”, “Tag” y “Manhunt”. “Manhunt” es similar a tag a excepción que existen dos equipos. Y también pueden jugar al juego de tomar la bandera.

Existen varias aplicaciones para las comunidades de robots, incluyendo la de tratamiento de residuos tóxicos o dañinos y la exploración de planetas.

[Volver](#)

-

### **Implementación:**

En esta etapa lo que se hace es construir el hardware y cargar los programas en la memoria. Generalmente, los programas necesitan de un proceso de debugging. Finalmente, se hacen todas las pruebas y si el/los prototipo/s funcionan correctamente se arma el producto final.

[Volver](#)

## **5- Foros de Microbótica**

Existen tres grupos de colectivos que trabajan en el desarrollo de la Microbótica:

1º) Las Universidades soportan la mayor parte de la investigación en esta materia. Se persigue la validación de nuevos algoritmos, técnicas y experimentos donde los microbots son meras herramientas de prueba que sustentan de modo práctico teorías de otros campos.



2º) Organismos como la NASA tienen laboratorios dedicados exclusivamente a la investigación en Microbótica. Si pensamos en un microbot como en un ejecutor de tareas con alto nivel de peligrosidad propias del hombre, o que requieren una gran cantidad de tiempo o esfuerzo no intelectual, vemos que en el campo espacial o en el industrial pueden ser de mucha ayuda. Recoger muestras en planetas carentes de oxígeno o de entornos nocivos, arreglar satélites o acceder por estrechos pasadizos pueden servir de ejemplo para ver la importancia que puede alcanzar esta tecnología.

3º) Las empresas dedicadas al mercado de productos “inteligentes”, que necesitan incorporar en éstos mejores prestaciones que los de la competencia.

Aunque los objetivos que persigue cada una de estas entidades son diferentes, todas ellas junto a un nutrido grupo de estudiosos y aficionados, encuentran en los foros y certámenes de Microbótica un escenario común donde intercambiar técnicas y experiencias, a la vez que se motiva la investigación por medio de la competición.

A continuación se describen varios de estos concursos, desde los más sencillos a los más complejos.

#### *EL TORNEO DE LOS PRINCIPIANTES. LOS RASTREADORES:*

Esta es una de las primeras competiciones que suele superar un microbot, por hallarse entre las más sencillas. En España se realizan pruebas anuales de este tipo en las Universidades Autónoma y Politécnica de Madrid, la Politécnica de Cataluña y la de Deusto. En otros países existen Clubs de Robótica que la enmarcan dentro que puede alcanzar esta de competiciones que aglutinan numerosas pruebas.

El objetivo de esta competición consiste en recorrer un circuito en el menor tiempo posible. Dicho circuito está trazado con una línea negra de aproximadamente 2 cm de ancho sobre fondo blanco (Figura 8).

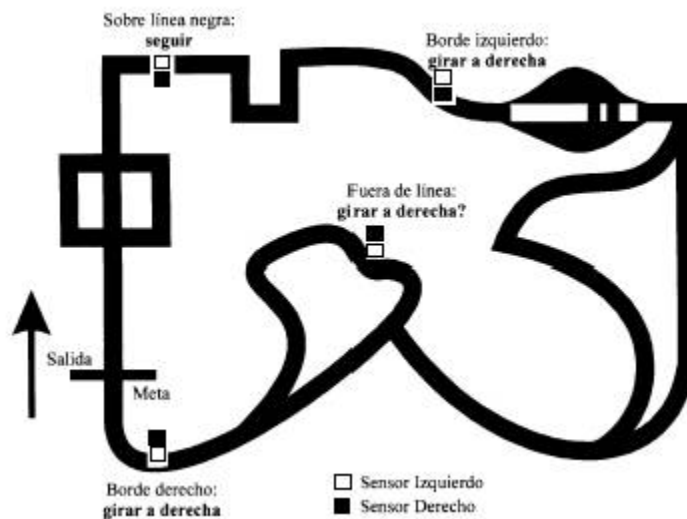


Figura 8

Las normas son similares en todos los concursos y hacen referencia al tamaño y peso de los microbots. La elección de los motores, sensores y el tipo de ruedas suele ser libre.

El algoritmo básico que se sigue para esta prueba se basa en la información que proporcionan dos sensores de infrarrojos. Si los dos sensores detectan negro, significa que el microbot se encuentra sobre la línea y que tiene que seguir avanzando. Si el sensor derecho detecta negro y el izquierdo blanco, el microbot está saliendo de la línea negra y debe girar hacia la derecha para volver a su camino. Si es el sensor izquierdo el que detecta negro y el derecho el que detecta blanco, la situación será la contraria y el microbot girará a la izquierda. Si los dos sensores detectan blanco, caso ilógico en un principio pero que puede suceder en la práctica, el microbot deberá responder con un

determinado algoritmo que con el tiempo le vuelva a situar en el camino correcto. Para estos casos se suele permitir a los participantes mover al microbot bajo una penalización de tiempo (figura 9).



Figura 9

[Volver](#)

### *EL TORNEO DE LOS MAS FUERTES, LOS LUCHADORES DE SUMO*

Esta es una de las pruebas de microbots que más adeptos concentra, aunque no sea una de las más sencillas. Se tienen que combinar fuerza, buenos algoritmos de ataque y evasión, y alguna que otra estrategia en la estructura, todo ello implementado en un microbot de unos 20 cm<sup>2</sup>, sin límite de altura, y con un peso cercano a los 3 kilogramos. El objetivo final consiste en sacar al contrincante del área de lucha. Este área o tamiz suele ser redondo, de color negro limitado por una franja blanca y levantado del suelo unos cinco centímetros. El microbot debe tener la habilidad de detectar a su oponente para empujarlo fuera, a la vez que procurar no salirse de la pista al esquivarlo.

En la figura 10 se ve a dos microbots preparados para luchar en un certamen que se celebró en ESIDE (Universidad de Deusto).

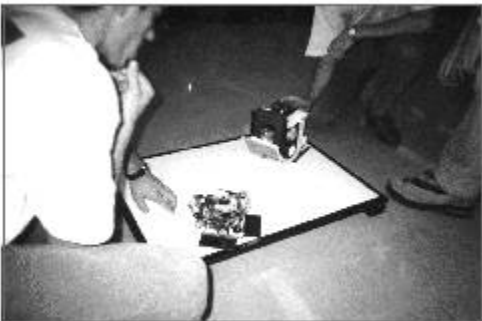


Figura 10

Uno de ellos basa su comportamiento en el ataque; poseía una rampa que se introducía por debajo del oponente y lo hacía subir por uno de sus extremos cierta altura hasta que se caía y podía empujarlo fuera de la pista. El otro seguía una estrategia de defensa, de modo que con las franjas negras que le rodeaban pretendía despistar al oponente, haciéndole creer que era un final de pista y provocaba así su alejamiento.

Todo vale mientras no se dañe al otro microbot o a sus sensores deliberadamente. Es decir, está prohibido interferir electromagnéticamente, incendiar, mojar, taladrar, tener determinados mecanismos como muelles, filos cortantes, puntas, etc.

El tiempo para sacar del tamiz al contrincante es de aproximadamente tres minutos y, al final de éste, se puede decretar una victoria por haber sacado al contrario del área, por estrategias, o determinar un segundo y hasta tercer encuentro, siempre según el criterio de los jueces. Esta prueba la podemos encontrar en multitud de eventos y talleres, entre ellos en el Robothon.

[Volver](#)

### TORNEO PARA EQUIPOS DE FÚTBOL, ROBOCUP

Con este nombre se conoce el concurso mundial de fútbol entre microbots. Se celebró por primera vez en Japón en 1997 y desde entonces acompaña a distintas conferencias internacionales en el campo de la Inteligencia Artificial. Se divide en dos ligas, una de robots reales y otra de simulación. Dentro de la primera se subdivide en dos o tres categorías, según tamaños.

Por medio de este certamen se pretende promover la investigación en Inteligencia Artificial, ya que sirve de plataforma para la puesta en práctica de teorías y algoritmos basados en arquitecturas multiagente. Se considera que un microbot no es un simple sistema autónomo que recoge datos de un entorno fijo y actúa en consecuencia, sino que forma parte de algo más estructurado como puede ser un equipo. El entorno es cambiante y su estrategia depende de la de sus compañeros. No posee un conocimiento completo de la realidad, pero es capaz de comunicarse con los demás para ir completando su mapa. Esta aplicación requiere un equipo de visión artificial y de comunicación. No obstante, dado el alto coste y peso de estos equipos, en la categoría de robots de tamaño pequeño se permite el uso de un sistema de visión global que, mediante un computador central, permite que cada miembro del equipo conozca en cada momento la posición absoluta del resto y de la pelota. La comunicación se lleva a cabo por radiofrecuencia, de modo que puede suceder que dos equipos no puedan enfrentarse por conflictos de frecuencia, o que de vez en cuando se pierda la pelota por la existencia de ruidos (Figura 11).



Figura 11

Problemas hardware ocasionan a veces que no se aprecie toda la potencialidad del software, auténtico cerebro del microbot.

En la Liga de simulación hay dos equipos compuestos por once agentes software que juegan al fútbol en un campo virtual. Cada jugador es programado independientemente en cualquier lenguaje de programación, con las tácticas que indicarán el papel a realizar en cada momento. No se permite el uso de mecanismos centrales de control. Cada programa de jugador será un cliente que se conectará con el programa servidor, que no es más que un escenario con aspecto de campo de fútbol, donde se simulan los movimientos de jugadores y pelota. Cada programa jugador recibe información a modo de sensores del servidor y envía órdenes de control a éste. El juego se acerca al real, ya que cada jugador posee información parcial del campo según el punto de vista y puede comunicarse con el resto de jugadores para conformar estrategias de equipo, aunque siempre a través del servidor, sin usar memoria compartida o comunicación directa. Como se haría en un partido entre personas, puede haber jugadores especializados en tácticas de ataque o de defensa, que utilizan la cooperación para realizar la labor global de un modo más eficiente. Es lo que se conoce como sistemas multiagente.

Para que las estrategias sean efectivas, deben además realizarse en tiempo real, pues hay que tener en cuenta que el escenario es dinámico, por lo que a la planificación hay que sumar un sistema reactivo.

Si el jugador se basa únicamente en sus percepciones, actuando en consecuencia pero sin tener en cuenta a los otros miembros del equipo, se está comportando como un agente individual.

La tercera y más impresionante tecnología a la hora de programar un agente es la programación genética. Con ello se consigue mejorar la conducta de los jugadores, tras varias generaciones de evolución. Se parte de jugadores controlados por pedazos de programas dispuestos al azar y que, tras jugar, son seleccionados y combinados de nuevo por el método de programación genética. Este proceso se realiza antes de la competición y en ésta se juega con los programas de última generación.

El éxito obtenido en 1997 animó a organizar el Segundo y Tercer Campeonatos Mundiales de Fútbol en años sucesivos: el torneo para máquinas inteligentes: AAIA (Asociación Americana de Inteligencia Artificial). Con títulos como éste se agrupan pruebas que a veces no tienen objetivos comunes.

En 1997, las pruebas Encontrar Vida en Marte, Encontrar lo Lejano y La Aspiradora Doméstica aunque en un principio puedan parecer muy diferentes, persiguen la investigación en las mismas técnicas y algoritmos. Los tres se basan en la exploración de un entorno, evadiendo los obstáculos que puedan aparecer en el camino, el reconocimiento de objetos y la búsqueda y recogida de los mismos.

En la primera prueba, Encontrar Vida en Marte, el ambiente era inestructurado, lleno de rocas y se debían diferenciar los colores y formas de los objetos, los cuales podían estar en movimiento. Los puntos se otorgaban por recoger objetos de un tipo (pelota, cubo,..) y color específico. Existían además penalizaciones si se modificaba parte del escenario o se chocaba contra rocas.

Se separó en dos categorías: robot único y multirobot. En la figura 12 se muestra la fotografía de dos microbots especialmente diseñados para navegación en zonas de difícil acceso.



Figura 12

Su estructura con patas, en lugar de utilizar ruedas, permite una óptima adaptación al ambiente. Cada uno de ellos forma parte de un equipo y posee un programa de control que le hace explorar pequeñas zonas que, junto con las obtenidas por sus compañeros, conforman un mapa del terreno. En la utilización de robots únicos, un solo microbot debe realizar el trabajo y el resultado suele ser peor, pero dado que en algunos casos fue incluso mejor, se decidió no establecer categorías en próximas ediciones. Como conclusión se dedujo que aunque el reconocimiento de objetos era bastante bueno, la navegación en ambientes «naturales» (esquiva de obstáculos y estimación de posición) no era tan robusta.

En la prueba de Encontrar lo lejano también son objetos lo que hay que encontrar y manipular. El entorno ahora es conocido, pero la gama de objetos es mayor y, dadas sus características, necesitaban diferentes sensores y estrategias de manipulación.

Además, puesto que algunos se encontraban a diferentes alturas (por ejemplo, sobre la mesa de la cocina), los microbots tenían que ser capaces de verlos y de manipularlos adecuadamente.

La casa escenario en que se realizaba la prueba constaba de dos habitaciones. Se conocían los posibles objetos y la situación del recorrido, que era fijo, aunque no las localizaciones de los objetos. Ésta no era al azar, ya que muchos de ellos sólo aparecían en determinados lugares. Por ejemplo, una taza de café podía encontrarse en cualquier sitio, pero las frutas y vegetales sólo podían estar en la cocina; eso sí, en cualquier lugar de la cocina.

De los tres equipos que se presentaron sólo uno consiguió terminar la prueba, aunque fueron eliminadas muchas reglas ideadas en un principio para complicar más el evento. El equipo de la Universidad del estado de Kansas (KSU) fue el ganador. Su robot empleaba como procesador un Pentium con disco duro y disponía de 16 sensores de tipo sonar, un brazo mecánico y una cámara de color. El sistema operativo que utilizaba era el Linux, mientras que el software estaba escrito en C++.

Con pruebas del tipo de La Aspiradora Doméstica, se pretende no sólo que los microbots muestren unas habilidades o prueben unos algoritmos, si no que el resultado sea una ayuda para un usuario final. Así, suelen estar patrocinados y sirven de exhibición a empresas que buscan productos nuevos en este campo. El concurso de robots aspiradores del Club de Robótica de Atlanta es un buen ejemplo de este interés. El objetivo es que un microbot autónomo sea capaz de navegar entre objetos cotidianos de una habitación sin dañarlos ni moverlos, limpiando con una eficacia comparable a la de una persona (figura 13).



Figura 13

Los microbots que participan en esta prueba tienen que ser de un peso y tamaño adecuado para resultar manejables por adultos, a la vez que deben tener una capacidad de almacenaje para poder limpiar un área de unos 20 metros cuadrados, completamente alfombrada, y en la que ha sido esparcida media libra de arroz. El tiempo máximo es de seis minutos por concursante.

En la UPC, este concurso tiene unas características similares y se llama RobiNet. El material esparcido también es el arroz; sin embargo, el tiempo se divide en tres tandas de tres minutos cada una, y en lugar de utilizar una sola habitación simulada hay varias, que van aumentando en grado de dificultad según la tanda. Incluso pueden existir objetos móviles.

En la competición y exhibición que realizó la AAI en 1997, se trataba de una casa entera. Los microbots no sólo tienen que ser capaces de limpiar, sino que deben responder a la presencia humana, detectar desorden, y realizar una serie de operaciones que van más allá de la navegación entre obstáculos.

En una primera fase deben limpiar cuatro habitaciones con confetti esparcido, para establecer las capacidades de navegación. En la segunda fase, el microbot debe observar si las personas (jueces) entran en las habitaciones. Si lo hacen, es posible que desordenen algo; el microbot tiene que observar

la habitación y arreglarla en caso necesario. En la tercera fase, el microbot debe obedecer las peticiones de limpieza de una persona, pero debe quedarse inactivo (salir de la habitación y volver a entrar) si alguien entra.

[Volver](#)

## **Bibliografía:**

-  
-

*Internet:*

[www.microbotica.es](http://www.microbotica.es)

[http://cherokee.iespana.es/cherokee/Microbotica\\_IG\\_robotica.htm](http://cherokee.iespana.es/cherokee/Microbotica_IG_robotica.htm)

<http://www.fortunecity.es/arcoiris/tarot/572/bicho.html>

[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

<http://www.india-today.com/ctoday/16061999/trends.html>

<http://www.ai.mit.edu/projects/ants>

[Volver](#)