

# EVOLUCIÓN Y FUTURO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA ROBÓTICA

**Manuel Godoy Ramón**  
**Universidad Politécnica Salesiana**  
**mgodoyr@est.ups.edu.ec**

1

**RESUMEN:** Este ensayo se centra en la evolución de la robótica a base de la inteligencia artificial que ha sido aplicada en a los ámbitos de la ingeniería se contempla como una alternativa para resolver problemas de solución difícil o limitada, así como en algunas de sus últimas aplicaciones que a han sido asombrosas y espectaculares, que van revolucionando al mundo de la tecnología aplicada. Entonces finalmente se pretende mostrar algunos de estos últimos ejemplos que se han podido desarrollar.

**PALABRAS CLAVE:** Inteligencia artificial, robótica, aprendizaje, reconocimiento, conducta, procesamiento del lenguaje.

## 1. INTRODUCCION

El hombre se ha caracterizado siempre por su búsqueda constante de nuevas vías para mejorar sus condiciones de vida. Estos esfuerzos le han servido para reducir el trabajo en aquellas operaciones en las que la fuerza juega un papel primordial. Los progresos obtenidos han permitido dirigir estos esfuerzos a otros campos, como por ejemplo, a la construcción de máquinas que ayuden a resolver rápida determinadas operaciones que resultan tediosas cuando se realizan a mano.

La robótica siempre ha estado unida a la construcción de "artefactos" con la idea de asemejarse al ser humano y de ahorrarle trabajo.

La palabra "robot" proviene del escritor checo Karel Capek, el cual acuñó en 1921 dicho término en una de sus obras a partir de la palabra checa "robota", que significaba servidumbre o trabajo forzado. Posteriormente, sería Isaac Asimov quien utilizaría el término "robótica" la ciencia que estudia los robots.

Actualmente, la robótica se define como la ciencia y tecnología de los robots. Se ocupa del diseño, manufactura y aplicaciones de éstos y combina diversas disciplinas como la mecánica,

Electrónica, información, inteligencia artificial e ingeniería de control.

Aquí es donde aparece el término de Inteligencia Artificial (IA), el cual está adquiriendo mayor protagonismo con el tiempo en la robótica. Se trata de una ciencia perteneciente a la rama de la Cibernética, que estudia el mecanismo de la inteligencia humana con el fin de crear máquinas inteligentes, capaces de realizar cálculos y de "pensar", elaborar juicios y tomar decisiones.

Mientras que la robótica, en principio, evoluciona la mecánica de los robots, la inteligencia artificial fundamentada en la teoría de la evolución se basa en los mecanismos de selección que utiliza la naturaleza, donde los individuos más fuertes de una población son los que sobreviven.

## 2. EVOLUCION DE LA ROBOTICA

La forma más intuitiva de entender la evolución de la robótica es analizando punto a punto las distintas generaciones de robots a lo largo de la historia y a su vez mencionando algunos de sus ejemplos, viendo claramente su desarrollo.

### 2.1. Primera Generación

También denominada "Manipuladores", son sistemas mecánicos multifuncionales con un sencillo sistema de control, bien manual, de secuencia fija o variable. El sistema de control utilizado se basa en las "paradas fijas" mecánicamente. Podemos considerar como ejemplo de esta primera etapa los mecanismos de relojería que permiten mover las cajas musicales o a los juguetes de cuerda. Este tipo de control es semejante al ciclo de control que tienen algunos lavadores de ciclo fijo., pero están limitados a un número pequeño de movimientos.

### 2.2. Segunda generación

Segunda generación o "robots de aprendizaje", repiten una secuencia de movimientos que ha sido ejecutada previamente por un operador humano. El modo de hacerlo es a través de un dispositivo mecánico. El operador realiza los movimientos requeridos mientras el robot le

sigue y los memoriza.

Utiliza una estructura de control de ciclo abierto, pero en lugar de utilizar interruptores y botones mecánicos utiliza una secuencia numérica de control de movimientos almacenados en un disco o cinta magnética. El programa de control entra mediante la elección de secuencias de movimiento en una caja de botones o a través de palancas de control.

El mayor número de aplicaciones en los que se utilizan los robots de esta generación son de la industria automotriz, en soldadura, pintado con "spray". Fig. (1).



Figura 1. Robot de industrial para pintado

### 2.3. Tercera generación

Robots con control sonarizado. El controlador es una computadora que ejecuta las órdenes de un programa y las envía al manipulador para que realice los movimientos necesarios. De esta manera utiliza las computadoras para su estrategia de control y tiene algún conocimiento del ambiente local a través del uso de sensores, los cuales miden el ambiente y modifican su estrategia de control.

Al analizar factores externos y comportarse en función de ellos, nos encontramos ante la generación que posteriormente se llamará de robots inteligentes. Aparecen los lenguajes de programación para escribir los programas de control. La estrategia de control utilizada se denomina de "ciclo cerrado".

### 2.4. Cuarta generación

La denominada generación de "Robots inteligentes", similar a la anterior, pero que además poseen sensores que envían información a la computadora de control sobre el estado del proceso. Esto permite una toma inteligente de decisiones y el control del proceso en tiempo real. Utilizan conocimiento difuso y procesamiento dirigido por expectativas que mejoran el desempeño del

sistema de manera que la tarea de los sensores se extiende a la supervisión del ambiente global, registrando los efectos de sus acciones en un modelo del mundo y auxiliar en la determinación de tareas y metas.

## 3. FUTURO DE LA ROBÓTICA

La robótica ha ido desarrollándose y evolucionando en gran medida a lo largo de los últimos años, de tal manera que actualmente existen varios campos que componen la robótica avanzada y que afrontan el futuro de ésta.

**¿Cuál es el objetivo?** Crear robots inteligentes y autónomos, la nueva generación, capaces de estar situados en su entorno, adoptar comportamientos, razonar, evolucionar y actuar como seres vivos.

Como ya hemos dicho, al menos seis campos de investigación estructuran hoy la robótica avanzada: la que relaciona al robot con su entorno, la conductual, la cognitiva, la epigenética o de desarrollo, la evolutiva y la biorrobótica

### 3.1. Robótica situada

Este enfoque se ocupa de los robots que están insertos en entornos complejos y, a menudo, dinámicamente cambiantes. Se basa sobre dos ideas centrales: los robots

Los robots "están corporizados" (embodiment), es decir, tienen un cuerpo físico apto para experimentar su entorno de manera directa, en donde sus acciones tienen una realimentación inmediata sobre sus propias percepciones. Los robots "están situados" (situatedness), o sea, están inmersos dentro de un entorno; interaccionan con el mundo, el cual influye —de forma directa— sobre su comportamiento.

Obviamente, la complejidad del entorno tiene una relación estrecha con la complejidad del sistema de control. En efecto, si el robot tiene que reaccionar rápida e inteligentemente en un ambiente dinámico y desafiante, el problema del control se torna muy difícil.

### 3.2. Robótica Basada en la Conducta o el Comportamiento

Este acercamiento emplea el principio conductista: los robots generan un comportamiento sólo cuando se los estimula;

es decir, reaccionan ante los cambios de su entorno local (como cuando alguien toca accidentalmente un objeto caliente). Aquí, el diseñador divide las tareas en numerosas y diferentes comportamientos básicos, cada una de los cuales se ejecuta en una capa separada del sistema de control del robot.

Típicamente, estos módulos (conductas) pueden ser la de evitar obstáculos, caminar, levantarse, etc. Las funciones inteligentes del sistema, tales como percepción, planificación, modelado, aprendizaje, etc. emergen de la interacción entre los distintos módulos y el entorno físico en donde está inmerso el robot. El sistema de control –totalmente distribuido– se construye de manera incremental, capa por capa, a través de un proceso de ensayo y error, y cada capa es responsable únicamente de una conducta básica.

Los sistemas basados en la conducta son capaces de reaccionar en tiempo real, ya que calculan las acciones directamente a partir de las percepciones (a través de un conjunto de reglas de correspondencia situación-acción). Es importante observar que el número de capas aumenta con la complejidad del problema

Otro inconveniente es que, debido a la presencia de varias conductas y a su dinámica individual de interacción con el mundo, muchas veces es difícil decir que una serie de acciones en particular ha sido producto de una conducta particular.

Aunque tal vez alcancen la inteligencia del insecto, probablemente los sistemas contruidos a partir de este enfoque tengan habilidades limitadas, ya que no tienen representaciones internas. En efecto, este tipo de robots presentan una gran dificultad para ejecutar tareas complejas y, en las más sencillas, no se garantiza la mejor solución, la óptima.

### 3.3. Robótica Cognitiva

Esta aproximación utiliza técnicas provenientes del campo de las Ciencias Cognitivas. Se ocupa de implementar robots que perciben, razonan y actúan en entornos dinámicos, desconocidos e imprevisibles.

Para eso, deben poseer un modelo simbólico e interno de su entorno local, y la suficiente capacidad de razonamiento lógico para tomar decisiones y para ejecutar las tareas necesarias a fin de alcanzar sus objetivos.

Si se consigue que los robots desarrollen por sí mismos sus capacidades cognitivas, se evitaría el programarlos “a mano” para cada tarea o contingencia concebible. Asimismo, si se logra que los robots utilicen representaciones y mecanismos de razonamiento similares a la de los humanos, se podría mejorar la interacción hombre-máquina, así como las tareas de colaboración. Sin embargo, se necesita un elevado poder de procesamiento (en especial si el robot cuenta con numerosos sensores y actuadores) y mucha memoria (para representar el espacio de estados).

### 3.4. Robótica de Desarrollo o Epigenética

Este enfoque se caracteriza porque trata de implementar sistemas de control de propósito general, a través de un prolongado proceso de desarrollo u auto-organización autónoma. Como resultado de la interacción con su entorno, el robot es capaz de desarrollar diferentes –y cada vez más complejas– capacidades perceptuales, cognitivas y de comportamiento.

Se trata de un área de investigación que integra la neurociencia del desarrollo, la psicología del desarrollo y la robótica situada. Inicialmente el sistema puede estar dotado de un pequeño conjunto de conductas o conocimientos innatos, pero –gracias a la experiencia adquirida– es capaz de crear representaciones y acciones más complejas. En síntesis, se trata de que la máquina desarrolle autónomamente las habilidades adecuadas para un determinado entorno particular transitando por las diferentes fases de su “desarrollo mental autónomo”.

La diferencia entre la robótica de desarrollo y la robótica epigenética –a veces agrupadas bajo la denominación de “robótica ontogenética” (ontogenetic robotics)– es algo sutil, ya que se refiere al tipo de entorno.

El término epigenético (más allá de lo genético) fue introducido –en la psicología– por el psicólogo suizo Jean Piaget para designar su nuevo campo de estudio que enfatiza la interacción sensomotriz de la persona con el entorno físico.

### 3.5. Robótica Evolutiva

Este acercamiento aplica los conocimientos obtenidos de las Ciencias Naturales (biología y

etología) y de la Vida Artificial (redes neuronales, técnicas evolutivas y sistemas dinámicos) sobre robots reales, a fin de que desarrollen sus propias habilidades en interacción íntima con el entorno y sin la intervención humana.

Mediante un diseño fijo, es difícil lograr que un robot se adapte (se auto-organice) a un entorno dinámico que evoluciona –a menudo– mediante cambios caóticos, ya que la máquina puede adquirir automáticamente nuevos comportamientos dependiendo de las situaciones dinámicas que se presentan en el entorno en donde está situada.

A través de la utilización de técnicas evolutivas (algoritmos genéticos, programación genética y estrategia evolutiva),

De igual manera, se puede decidir evolucionar físicamente el hardware (los circuitos electrónicos) o el software (los programas o las reglas de control) lo que se hace es evolucionar primero el controlador en una simulación por El controlador del robot consiste típicamente en redes neuronales artificiales.

En la actualidad, el principal inconveniente del control evolutivo es su lenta velocidad de convergencia y la considerable cantidad de tiempo que tiene que pasar para llevar a cabo el proceso evolutivo sobre un robot real..

### 3.6. Robótica Inspirada en la Biología

Esta aproximación se ocupa de diseñar robots que funcionan como los sistemas biológicos, de allí que se basan sobre las Ciencias Naturales (biología, zoología y etología) y la robótica. Dado que los sistemas biológicos realizan muchas tareas de procesamiento complejas con máxima eficiencia, constituyen una buena referencia para implementar sistemas artificiales que ejecuten tareas que los seres vivos realizan de forma natural (interpretación de la información sensorial, aprendizaje de movimientos, coordinación motora, etc.). Aunque es posible obtener diferentes grados de “inspiración biológica” (desde una vaga semejanza hasta una aceptable réplica), el objetivo último es realizar máquinas y sistemas cada vez más similares al original.

La ventaja de construir bio-robots es que, como es posible estudiar todos sus procesos internos, se los puede contrastar con los diferentes órganos del animal del cual se inspira. En la actualidad, los científicos desarrollan langostas, moscas, perros, peces,

serpientes y cucarachas robóticas, con el fin de emular –en mayor o mayor medida– la conducta robusta

Replicar la biología no es fácil y podría pasar bastante tiempo antes de que se puedan fabricar robots biomiméticos que resulten verdaderamente útiles. Otro problema –quizás el principal– es que, aunque se conoce muy bien los diferentes procesos de muchos de estos seres vivos,

## 4. EJEMPLOS ACTUALES

A lo largo de los últimos años se han desarrollado proyectos increíbles, haciendo palpables la evolución de los campos mencionados en el anterior apartado.

Veamos algunas muestras, como los nuevos robots andantes “PetMan” y “BigDog”, un helicóptero y un coche de rallyes autónomos o una profesora robot.

### 4.1. “PetMan” y “BigDog”

La firma Boston Dynamics ha presentado a Petman, un robot prototipo que aunque no dibuja, ni cocina, ni blogea es capaz de realizar una serie de funciones como caminar, trotar y gatear, alcanzando una velocidad de unos 5 kilómetros por hora.

Por otra parte, Petman es capaz de mantener el equilibrio cuando es empujado. y de manejar una serie de variables par control la temperatura, humedad y la transpiración.

En cuanto a BigDog, también firma de Boston Dynamics, se trata de un robot de cuatro patas capaces de caminar por cualquier superficie, incluyendo pendientes de hasta 35 grados, suelos helados, caminos de piedras/cabras, todo es poco para él. Es capaz de cargar con 150 kilos de peso.



Figura 1. Robot BigDog

Diríase viéndole superar algunos de los retos que muchos movimientos son genuinamente animales, acaso “instintivos”, pero nada más lejos de la realidad: un ordenador bien programado y sensores diversos, incluyendo visión estéreo controlan todos sus movimientos.

### 4.3. Coche autónomo

Hace tiempo que las personas sueñan con un coche que se conduzca solo, que no choque y que no cometa los errores que cometen los conductores humanos.

Pues modelos que se conducen solos ya existen, gracias a la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Defensa de Estados Unidos (DARPA).

La última novedad es un Audi TT-S bautizado “Shelley”, que según la casa de estudios, el próximo año subirá la montaña Pike Peaks en las Montañas Rocosas (Colorado, EE.UU.) por sí mismo. El camino de rally en el Pikes Peak tiene 156 curvas y una longitud de 20 kilómetros. Pero sus creadores tienen confianza en Shelley.

Este proyecto lo plantearon, entre otras cosas, como un sistema experto. Poseen una aplicación que captura información, para luego utilizarla tal y como haría un humano experto. Para ello se automatiza el procedimiento de toma de decisiones, es decir, se analiza tanto lo que el experto sabría como la manera en que resolvería el problema.

## 5. CONCLUSIONES

Después de haber visto con más detalle la evolución que ha vivido la robótica gracias a la evolución de la ciencia en general y

Posteriormente en concreto de la inteligencia artificial, parece que nos quedamos con varias sensaciones, entre ellas la de asombro por los últimos y asombrosos inventos, y por otra parte, con las ganas de saber qué va a ser lo próximo, qué nos deparará el futuro con tan increíbles máquinas y robots.

Este trabajo ha servido principalmente para dos cosas:

- Aprender conceptos de la robótica, desde sus orígenes, evolución, aplicaciones...

- Relacionar asuntos vistos en clase como los sistemas expertos, sistemas de respuesta, razonamiento, aprendizaje... aplicados a los últimos inventos de la robótica.

Después de haber visto toda esta información sobre nuestro futuro, se sacan dos conclusiones, la primera es que toda máquina necesitará siempre detrás a un ser humano a pesar de la gran autonomía y evolución de éstas, la segunda se trata del deseo de que todos estos avances sean aplicados en una única dirección, nuestro bienestar.

## 6. REFERENCIAS

1. Boden, M. (1995): AI's Half-Century. American Association for Artificial Intelligence, AI Magazine, Winter, vol. 16, N° 4, p. 96/9.
2. Bogner, M.; Maletic, J. y Franklin, S. (2000): ConAg: A Reusable Framework for Developing “Conscious” Software Agents.
3. Brooks, R. (1998): Prospects for Human Level Intelligence for Humanoid Robots. MIT, julio, Laboratorio de Inteligencia Artificial.
4. Dario, P. (2005): Robot, ovvero tra illusione e realtà. Revista Media Duemila, Número Especial Robótica, Julio/Agosto, p. 22/5.
5. Dawson, M. (2002): From Embodied Cognitive Science to Synthetic Psychology. First IEEE International Conference on Cognitive Informatics (ICCI'02). Alberta, Canada, 19/20 de agosto.
6. Fernández León, J. (2004): Robótica Evolutiva y la próxima generación de robots autónomos. WCAFR 2004 (Workshop del II Campeonato