



# ¿Es la biomimética el futuro de la robótica?

**José Antonio Villacorta-Atienza, Carlos Calvo, Valeri A. Makarov**

*F. CC. Matemáticas, Universidad Complutense de Madrid*

**A**ntes de que a principios del siglo XX el concepto de robot fuera introducido en nuestra cultura tal y como hoy lo concebimos, el hombre llevaba mucho tiempo persiguiendo el sueño de crear ‘humanos artificiales’. Automatas capaces de tocar instrumentos, bailar o incluso jugar al ajedrez fueron desarrollados para el divertimento y asombro del público. Sin embargo, la tecnificación de nuestra sociedad nos ha llevado, más que a desear, a demandar robots capaces de realizar eficazmente numerosas tareas y sustituirnos así en situaciones tediosas, pesadas o peligrosas. Los espectaculares avances tecnológicos producidos en la segunda mitad del pasado siglo condujeron a una nueva era de conocimiento en la que la computación se erigió como una nueva piedra filosofal. Si bien así fue para numerosas disciplinas científicas, hoy en día la robótica no ha alcanzado las cotas que entonces se esperaban, y todavía no existen robots capaces de realizar siquiera las tareas más sencillas de forma realmente autónoma, como por ejemplo ir a la cocina, recoger platos y lavarlos.

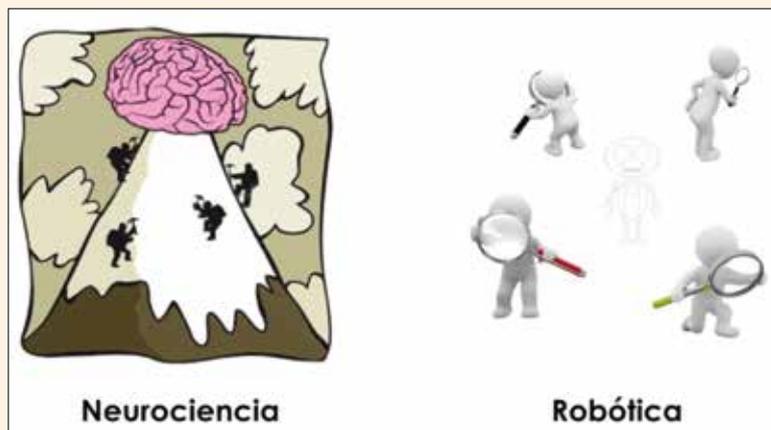
Probablemente uno de los mayores retos a los que se enfrenta la robótica es, paradójicamente, la esencia de sí misma: el desarrollo de un sistema artificial autónomo para el que no existe ninguna referencia. Haciendo un paralelismo con la Neurociencia, esta estudia el cerebro, su organización anatómica, principios funcionales, etc., y para ello toma el propio cerebro como objetivo final para comprender. Por el contrario, la robótica no tiene un ‘Robot Final’ en el que mirarse

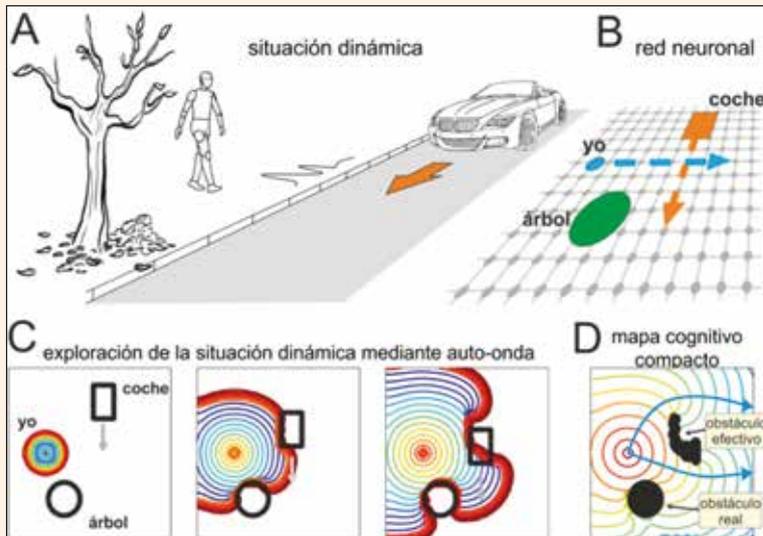
y hacia el cual converger. Por ese motivo, y a pesar de los enormes esfuerzos dedicados durante años a la investigación en este campo, los robots no han alcanzado un nivel de desarrollo acorde a las expectativas, ya que los progresos se han producido explorando en paralelo infinidad de alternativas para cada problema relevante (percepción, planificación, razonamiento, movimiento, etc.). De hecho, el crear un marco objetivo de actuación que permita evaluar y comparar los distintos resultados de forma normalizada (plataformas robóticas, protocolos, escenarios, etc.) es una asignatura pendiente de la robótica, pero que, sin embargo, está adquiriendo cada vez una mayor importancia, al ser la única forma de discriminar objetivamente los avances más relevantes en esta área.

Es por estos motivos por los que un campo concreto de la robótica denominado biomimética podría convertirse en la estrategia más fructífera a la hora de desarrollar robots que realmente puedan actuar como seres artificiales autónomos. La biomimética consiste en desarrollar sistemas artificiales inspirados o que remeden características típicas de seres biológicos y que les permitan actuar, en mayor o menor medida, como tales. A pesar de que desde siempre el ser humano ha buscado inspirarse en las soluciones que la propia Naturaleza proporciona, ha sido con el auge de la robótica de los últimos años cuando la biomimética ha empezado a cobrar importancia, tanto en la faceta puramente ingenieril (locomoción, manipulación, equilibrio, etc.) como en el procesamiento de la información y toma de decisiones, esencial para cualquier organismo autónomo. Es de hecho en este último ámbito donde el desarrollo de sistemas artificiales que imitan a los biológicos cobra un mayor sentido.

La inteligencia ha sido considerada desde siempre la característica determinante de los seres humanos frente al resto de los animales, lo que ha conducido al desarrollo de disciplinas como la Inteligencia Artificial, que basándose en nuestra capacidad para resolver problemas complejos, tratan de entender y reproducir dichos procesos en términos computacionales. Si bien los progresos en

La Neurociencia estudia el cerebro y para ello toma el propio cerebro como objetivo final para comprender. Por el contrario, la robótica no tiene un ‘Robot Final’ hacia el cual converger.





dichas áreas han conducido a avances importantes en cuanto a 'inteligencia sintética' (Google, Siri, 'superación' del Test de Turing, etc.), este enfoque se encuentra quizá 'desenfocado' con respecto a las demandas que tendría un robot real para funcionar en nuestro mundo. Como ya hemos dicho, la inteligencia trata de resolver problemas complejos; sin embargo, y siguiendo la Paradoja de Moravec, "los procesos razonados humanos (inteligencia) necesitan poco esfuerzo computacional, mientras que habilidades sensoriales y motoras (comunes en otros animales) demandan enormes recursos de procesamiento por parte del cerebro". Esto significa que si un robot debe solamente moverse por una habitación evitando chocar con otras personas que están en ella, sería de esperar una mayor dificultad para resolver este problema que para conseguir que dicho robot pueda mantener una conversación con cualquiera de las personas en dicha habitación. Y así es.

En este punto surge entonces una pregunta: si la inteligencia no es capaz de resolver estos 'difíciles problemas simples', ¿cómo lo hace nuestro cerebro? La respuesta está en un conjunto de habilidades de procesamiento y toma de decisiones que subyacen a la propia inteligencia, y que permiten la comprensión rápida y eficaz del mundo que nos rodea: la cognición. Cuando estamos en una habitación abarrotada de muebles y personas, nuestro cerebro es capaz de guiarnos por ella sin ningún esfuerzo y con total naturalidad, resolviendo inmediatamente un problema que trae de cabeza desde hace años a los investigadores en robótica. Por este motivo, la biomimética de la cognición, es decir, la comprensión e implementación de los mecanismos neuronales que soportan la cognición, puede ser una vía fundamental para conseguir equipar a los robots con la capacidad de ejecutar acciones cotidianas de forma versátil y eficaz, convirtiéndose finalmente en los ayudantes artificiales que deseamos que sean.

De lo anterior puede parecer que estamos ante un libro de autoayuda: me dices lo que debo hacer pero no cómo hacerlo. Sin embargo, la implementación de la cognición biomimética en robots comenzó hace algún tiempo, cuando se planteó y desarrolló el concepto de mapa cognitivo (galardo-

nado con el Premio Nobel de Medicina 2014) y se utilizó para la navegación robótica. En pocas palabras, un mapa cognitivo es un mapa del entorno que nos rodea creado por nuestro cerebro y que, lejos de contener solo la información 'geográfica' sobre dicho entorno (nuestra posición, localización de los objetos, sus tamaños y formas, etc.), contiene además las rutas que podemos seguir para movernos por él, es decir las soluciones al problema de la navegación (a modo de un GPS). El éxito de este abordaje es precisamente que permite implementar en robots mecanismos biológicos que usa el propio cerebro para sustentar la cognición de tareas 'simples', como navegar, con lo que se trata, a priori, de una solución eficaz y robusta.

Sin embargo, la principal limitación conceptual de los mapas cognitivos es que se aplican fundamentalmente a entornos estáticos, y que nuestro mundo, en el que se deberán desenvolver los robots, es esencialmente dinámico y cambiante. En esta dirección, nuestro grupo de Sistemas Cognitivos y Neurorobótica, en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Complutense de Madrid ([www.cogneubotics.com](http://www.cogneubotics.com)), ha propuesto una solución que podría ser un significativo paso delante de cara a dotar a los robots con las herramientas cognitivas necesarias para interactuar con nosotros y nuestro entorno. De acuerdo con nuestra teoría, cuando percibimos una situación que cambia con el tiempo, como por ejemplo un coche que pasa frente a nosotros cuando queremos cruzar una calle, nuestro cerebro la convierte en una representación interna estática, en la que el tiempo no estaría presente. Sería entonces como si el cerebro fuese capaz de tomar toda la información relevante contenida en una película y compactarla en una única fotografía. Esa representación estática de una situación dinámica es lo que llamamos un mapa cognitivo compacto ya que adquiriría la misma estructura que los mapas cognitivos tradicionales (empleados para escenarios no cambiantes) pero generalizados a cualquier situación estática o dinámica. Una consecuencia fundamental de nuestros resultados es que este mecanismo unifica los procesos cognitivos básicos bajo un mismo paradigma, de modo que la comprensión, la memorización y el aprendizaje de las diferentes situaciones con las que deberá lidiar el robot dimanan simultáneamente y de forma natural de los mapas cognitivos compactos. Una de las ventajas de esta teoría es que está construida sobre conceptos que se pueden transformar en matemáticas, de manera que puede ser implementada en robots. ■

