

# Robótica blanda

**La sociedad se enfrenta al reto de resolver los problemas de la robótica tradicional y prepararse para una nueva revolución en la que los robots blandos representan un cambio sustancial. Éste es el paradigma que tenemos que abrazar: la robótica blanda.**

Siempre he querido conocer a Popeye. Cuando se lo cuento a mis amigos me miran con cara un poco rara. Yo creo que piensan que estoy un poco loca, pero estoy convencida de que en esta vida pueden ocurrir cosas extraordinarias, como conocer a Popeye.

Popeye rompe con el estereotipo tradicional de superhéroe porque, de entre todas las armas que podría usar para afrontar los retos de su existencia, como una espada y un escudo, un traje antibalas o una capa para volar, él se desmarca y usa la espinaca. Quién hubiera dicho que una cosa tan simple y que pasa tan inadvertida pudiera convertir a alguien en superhéroe. Pues sí, Popeye supo ver el potencial de la espinaca y la emplea para transformar su realidad.

Éste es el tipo de superhéroes que necesitamos para afrontar los retos de la sociedad del presente y del futuro. Y digo superhéroe porque no es nada fácil hacer un ejercicio de observación y aprendizaje profundo sobre aquello que nos rodea y trascender el conocimiento elemental que tenemos sobre las cosas. Y mucho menos en los tiempos que corren, marcados por las prisas, el estrés y la sobreinformación. Todo esto hace que pasemos de puntillas sobre lo que ocurre a nuestro alrededor y que nos cueste más trabajo profundizar en los conocimientos.

Un ejemplo de ello es el experimento real ilustrado en la Figura 1 [1], que muestra la actividad cerebral de un estudiante a lo largo de la semana. Se observa que hay momentos del día en los que el cerebro está más activo y *receptive* (picos), y otros en los que la actividad es similar a la de un encefalograma plano. ¿Os imagináis qué momentos del día son esos? Las clases. Precisamente el lugar donde la transmisión de conocimientos debiera ser mayor.



*Figura 1. Actividad cerebral de un alumno durante los siete días de la semana.*

Por tanto, se convierte en un reto estimularnos y motivarnos para el aprendizaje, y sin embargo, solo asimilando en profundidad el conocimiento lo podemos trascender y usar como una herramienta poderosísima para resolver problemas reales y transformar nuestro mundo. Cuando esto sucede, adquirimos un superpoder y dejamos de ver la espinaca como una simple planta y la vemos como un plasma que puede utilizarse potencialmente para reparar las paredes de nuestro corazón, gracias a sus ramificaciones que permiten que la sangre circule por ellas [2] (ver Figura 2).



*Figura 2. Espinaca tratada para su potencial uso como plasma para reparar las paredes del corazón.*

Impresionante, ¿verdad? Retos como éste están totalmente a la altura de los que afronta un superhéroe y son transformadores del mundo. Un mundo que ha evolucionado a base de ideas revolucionarias como ésta, como así lo han hecho evidente las distintas revoluciones industriales que hemos vivido en los últimos siglos. Y evidente es también el papel que ha jugado la robotización en toda esta transformación.

Gracias a la llegada de los robots (Figura 3), hemos visto, por ejemplo, disminuir drásticamente el número de horas de nuestra jornada laboral semanal, con una caída de más de treinta horas en poco más de un siglo. Esto nos ha traído, entre otras muchas cosas, una mayor calidad de vida.



*Figura 3. Concha Monje con el robot humanoide TEO de la Universidad Carlos III de Madrid.*

Y queremos más, queremos una nueva revolución donde los robots no solo se integren en nuestro entorno laboral, sino también en nuestras casas, en nuestros momentos de ocio y, cómo no, en nuestro sistema sanitario para garantizarnos una vida más larga y de mayor calidad.

Muchos piensan que los robots actuales están sobradamente preparados para todo esto, pero no es así. Si nos fijamos en los robots más avanzados del mundo, veremos que muchos de ellos tienen serios problemas para simplemente caminar o manipular objetos. La locomoción y la manipulación en robots son habilidades sumamente complejas, como también lo es encontrar soluciones robóticas para la restauración de la caminata y la manipulación en humanos.

**Queremos que los robots se integren  
en nuestro entorno laboral, en  
nuestras casas, en nuestros  
momentos de ocio y, cómo no, en  
nuestro sistema sanitario**

¿Pero dónde podemos encontrar la solución a estos problemas?, ¿cómo podemos romper con el paradigma de la robótica tradicional y seguir avanzando? De nuevo, se trata de saber mirar y descubrir en lo que nos rodea

las herramientas para afrontar los retos, como hizo Popeye con la espinaca. Así, si observamos la naturaleza, descubriremos que la mayoría de los seres y elementos que la forman son blandos, todo lo contrario a lo que sucede con la robótica tradicional, que es eminentemente rígida. Éste es el nuevo paradigma que tenemos que abrazar: el de la robótica blanda.

Los robots con cuerpo y sistemas sensoriales y de actuación blandos pueden adaptarse mejor al entorno y ejecutar sus tareas de manera más adaptativa, igual que lo hacen las numerosas criaturas blandas de la naturaleza. Son fascinantes las aplicaciones de este tipo de robótica que están revolucionando nuestro mundo.

Podemos desarrollar nuevas prótesis mucho más avanzadas que las convencionales para reemplazar nuestros miembros perdidos, prótesis capaces de reproducir el movimiento natural de nuestro cuerpo y de ayudar a los pacientes a restaurar sus funciones motoras. Es indudable también el salto cualitativo que se produce en la habilidad de manipulación gracias a la incorporación de materiales blandos en la fabricación de manos robóticas, cada vez más parecidas a las humanas en aspecto y en destreza (Figura 4).



*Figura 4. Mano robótica blanda desarrollada por el MIT,*  
<https://news.mit.edu/2015/soft-robotic-hand-can-pick-and-identify-wide-array-of-objects-0930>

Los animales son también referencia para la robótica blanda. Podemos recrear desde el comportamiento de un pulpo con habilidades para agarrar, gatear y nadar, con todas las aplicaciones que esto conlleva (Figura 5), hasta el comportamiento de un pequeño gusano de tamaño más pequeño aún que nuestra yema del dedo, con capacidad de acceder a todo tipo de superficies recónditas e inspeccionar el terreno.



*Figura 5. Robot Octopus desarrollado por el Biorobotics institute, Scuola Superiore Sant'anna, en Pisa, Italia.*

Y más fascinante aún, podemos crear robots blandos comestibles que pueden de manera segura llevar medicina a las distintas partes de nuestro cuerpo, examinar obstrucciones e incluso ayudar a eliminarlas. Aplicaciones todas estas inalcanzables para la robótica rígida.

# La robótica blanda contribuye al desarrollo de otra de las habilidades más anheladas en los robots: la emoción

Pero la robótica blanda no solo viene a resolver estos nuevos retos, sino que también contribuye al desarrollo de otra de las habilidades más anheladas en los robots: la emoción. Los robots blandos y flexibles favorecen el lenguaje corporal. Su naturaleza blanda les permite organizar sus movimientos en el tiempo de manera que resultan sencillamente emocionales. Como seres humanos que somos, el hecho de que los robots nos provoquen emoción y empatía los hace simplemente perfectos para nosotros, por encima de otras muchas destrezas.

Otro de los retos importantes a los que se enfrenta la robótica blanda es al de imitar el comportamiento de los seres más olvidados del planeta. Tan olvidados que no suelen aparecer si quiera en las representaciones del Arca de Noé, como bien nos recuerda el investigador Stefano Mancuso en sus charlas. De entre todos los seres vivientes, de toda carne, llamados a embarcar en el arca para la preservación de la vida, parece que hay algunos que pasaron desapercibidos: las plantas.

Y sin embargo, algo tan delicado y sutil como un tallo tiene la fuerza para revolucionar el mundo de la robótica de rehabilitación. Ni yo misma lo hubiera creído hasta que un grupo de científicos con los que trabajo me enseñó el arma secreta que se esconde detrás del hilo con forma de ramita de la Figura 6. Se trata de una aleación con memoria de forma, y se llama así porque tiene la propiedad de contraerse cuando se calienta y de recordar y recuperar su longitud original cuando se enfría. Al igual que un tallo, este hilo reacciona también, a su manera, a los cambios de temperatura.



*Figura 6. Hilo de aleación con memoria de forma (Shape Memory Alloy (SMA), en inglés).*

Convenientemente distribuidos a lo largo de un dispositivo robótico que se acopla a nuestro brazo, al que llamamos exoesqueleto, estos hilos actúan de manera que, cuando se calientan haciendo pasar por ellos una corriente, se contraen y tiran del brazo permitiendo su flexión, y cuando se enfrían al cesar la corriente, se elongan y permiten la extensión del mismo. Dispositivos como éste (Figura 7) están revolucionando el campo de la robótica asistencial, ayudando a pacientes que han sufrido un ictus a rehabilitar de manera efectiva sus extremidades afectadas.



*Figura 7. Exoesqueleto para la rehabilitación de brazo desarrollado por el RoboticsLab de la Universidad Carlos*

Al contrario que otras soluciones basadas en actuadores convencionales como los motores, este exoesqueleto resulta ser mucho más ligero (menos de un kilo), totalmente silencioso y mucho más barato. Para que os hagáis una idea, un metro de este material viene costando lo que 1 kilo de espinacas.

Y no es lo único que tiene en común con esta planta: ambas son armas usadas por superhéroes que han sabido ver en ellas una herramienta transformadora del mundo.

Definitivamente, los sueños se cumplen. Quién me iba a decir que durante todos estos años de trabajo científico tenía a Popeye al lado. Cuando se lo cuente a mis amigos, no se lo van a creer.

**Poh, M.Z., et al.** "A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity", *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 57, no. 5, pp. 1243-1252, 2010.

**Gershlak, J.R., et al.** "Crossing kingdoms: Using decellularized plants as perfusable tissue engineering scaffolds", *Biomaterials*, no. 125, pp. 13-22, 2017.