

# Motores y sensores reactivos para impulsar los equipamientos médicos del futuro y la robótica

El grupo de Electroquímica, Materiales y Dispositivos Inteligentes de la UPCT ha empleado electrodos de plástico, grafenos o nanotubos de carbono para simular las células humanas

## INVESTIGACIÓN

■ LYDIA MARTÍN

**MURCIA.** Durante cientos de años los ingenieros han soñado con conseguir crear motores capaces de sentir las condiciones de trabajo por ellos mismos, imitando la propiocepción de los humanos y los seres vivos. Los músculos de los humanos y los animales son motores que funcionan por reacciones químicas en las que intervienen máquinas moleculares, sales y agua. Mientras trabajan, los músculos mandan al cerebro impulsos nerviosos que le informan de la posición y ve-

locidad a la que se mueve, la temperatura a la que está trabajando, el peso de los objetos o si el músculo está fatigado o no, desarrollando dos funciones simultáneas: motores y sensores.

En la tecnología actual, los motores y los sensores son dispositivos distintos y, para imitar un músculo, se necesita combinar un motor y varias decenas de sensores. Ingenieros, biólogos, físicos o químicos pretenden disponer algún día de motores que permitan construir herramientas y robots que funcionen como lo hace el sistema músculos-nervios-cerebro en los animales o en los seres humanos. Miles de grupos de investigación de todo el mundo llevan décadas es-

tudiando los órganos biológicos y tratando de construir sistemas análogos inspirándose en ellos.

«Los motores artificiales además de contaminar el planeta tienen una eficiencia muy baja (están sometidos al ciclo de Carnot) y la mayor parte de la energía (más de un 60%) que contienen los combustibles se pierde por limitaciones termodinámicas. Los músculos y el resto de motores desarrollados por la evolución son mucho más eficientes (se aprovecha más del 60%) para transformar la energía del azúcar y las grasas en trabajo mecánico, no hacen ruido al funcionar y no contaminan ni química ni electromagnéticamente el ambiente», señala Toribio Fer-

nández, catedrático de Química-Física de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPCT.

En sectores como la automoción se ha avanzado hacia sistemas inteligentes que dotan a los vehículos de cientos de sensores que informan al conductor del consumo instantáneo de combustible, la velocidad del motor, la velocidad de las ruedas, la temperatura del motor, la del exterior, la del habitáculo, etcétera, que requieren kilómetros de cables para conectar los sensores con el ordenador. Pero, ¿y si se pudieran crear motores y sensores reactivos que pudieran aplicarse al sector médico?

El grupo de trabajo Electroquímica, Materiales y Dis-

positivos Inteligentes de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) en su proyecto 'Motores-sensores reactivos: resultados y modelo de propiocepción artificial' ha tratado de desarrollar un material modelo cuya composición básica sea parecida a la de las células musculares, que funcione como los músculos naturales y permita construir artificiales. Los elementos básicos de las células musculares que origina la contracción muscular son los motores moleculares químicos (cadenas de proteínas), el trifosfato de adenosina (un ión que se regenera consumiendo glucosa) y agua. En el laboratorio de este grupo de trabajo de la UPCT se emplea la electroquímica de polímeros

conductores (plásticos que conducen la electricidad), nanotubos de carbono, grafenos y otros materiales electroactivos descubiertos durante los últimos decenios, como materiales modelo de la matriz intracelular de las células musculares. Estos les han permitido ser pioneros a nivel internacional en el desarrollo de músculos artificiales de polímeros conductores, sensores de las condiciones de trabajo, y músculos táctiles que sienten cuando tocan un obstáculo. De este modo, los motores electroquímicos son capaces de sentir las condiciones mecánicas, térmicas y químicas del trabajo.

«En los últimos años venimos desarrollando los mo-

delos teóricos que describen esas funciones. Con ellas tratamos de describir las correspondientes funciones biológicas y, sobre todo, las disfunciones (algunas de las atrofas musculares) para poder pensar cómo curarlas algún día», señala Toribio Fernández. Recientemente se han desarrollado un modelo electroquímico-mecánico que describe el dispositivo dual motor-sensor constituidos por un polímero que intercambia aniones u otro que intercambia cationes.

El proyecto finaliza su tiempo de desarrollo durante este 2018 y comenzó sus investigaciones en el año 2015. Su desarrollo ha sido posible gracias a la Fundación Séneca, que aportó una dotación económica de 54.900 euros en su convocatoria ordinaria de proyectos de investigación del año 2014. «La Fundación Séneca nos ha ayudado, junto con otras instituciones nacionales y europeas, a mantener un pequeño grupo de estudiantes trabajando en el tema», señala el catedrático de la UPCT.

### Precisión incansable

El desarrollo de estos motores-sensores supondría una nueva revolución industrial, tecnológica y sociológica a nivel mundial, que crearía millones de puestos de trabajo, nuevas multinacionales y una enorme riqueza, tal y como afirma el catedrático Toribio Fernández.

La aplicación de este modelo innovador tiene su meta en los equipamientos médicos inteligentes, con robots para cirugía y microcirugía y desa-

rollo de robots cuasi-humanos, tanto en el comportamiento como en el aspecto y tacto, al estar hechos los músculos de geles densos y húmedos. Estos robots serían válidos para todo tipo de asistencia médica y geriátrica, por ser incansables, eficaces y con una paciencia inagotable.

Su desarrollo, una vez que se consiga que duren años sin degradarse, se traducirá en equipamiento médico mucho más eficiente para estos sectores. Así, en el ámbito quirúrgico, la precisión es su principal característica y permitirá que los mejores especialistas «hagan operaciones vitales desde su despacho en cualquier lugar de la tierra o del espacio».

### Una aproximación única

Llegar a desarrollar estos motores-sensores se lleva intentando durante décadas en todo el mundo, algo que requiere especialistas en las dos partes más difíciles de la química-física: la Ciencia de los Polímeros y la Electroquímica, además de médicos, ingenieros, físicos, biólogos y químicos con amplia formación en los nuevos materiales electroactivos y su capacidad biomimética. «Desgraciadamente a día de hoy los especialistas en polímeros y electroquímica, simultáneamente, se cuentan con los dedos de una mano en todo el mundo», indica el catedrático. En el mundo, incluida España y

otros equipos de la UPCT, hay varios cientos de grupos de investigación trabajando en actuadores poliméricos (también llamados músculos artificiales), «pero con un enfoque físico e ignorando la parte química y electroquímica, o añadiéndola en el desarrollo».

Por todo esto, la aproximación de la UPCT es «única y rompedora». En la actualidad, se han completado las investigaciones básicas necesarias para ver que el desarrollo de robots inteligentes con propiocepción (consciencia de sí mismos y de su entorno) es posible y viable.

La siguiente fase es iniciar el desarrollo tecnológico: generación de dispositivos, protección del conocimiento con depósito de patentes y desarrollo de los primeros productos, para lo que haría falta un equipo de 10 a 20 personas bien formadas. Desde ahí se pasaría, después de instruir a varios cientos de especialistas de distintos niveles, a la creación de empresas multinacionales.

«Existen varios grupos trabajando en inteligencia artificial, en redes neuronales y en actuadores poliméricos pero siempre con modelos matemáticos basados en la física del estado sólido. Aún no

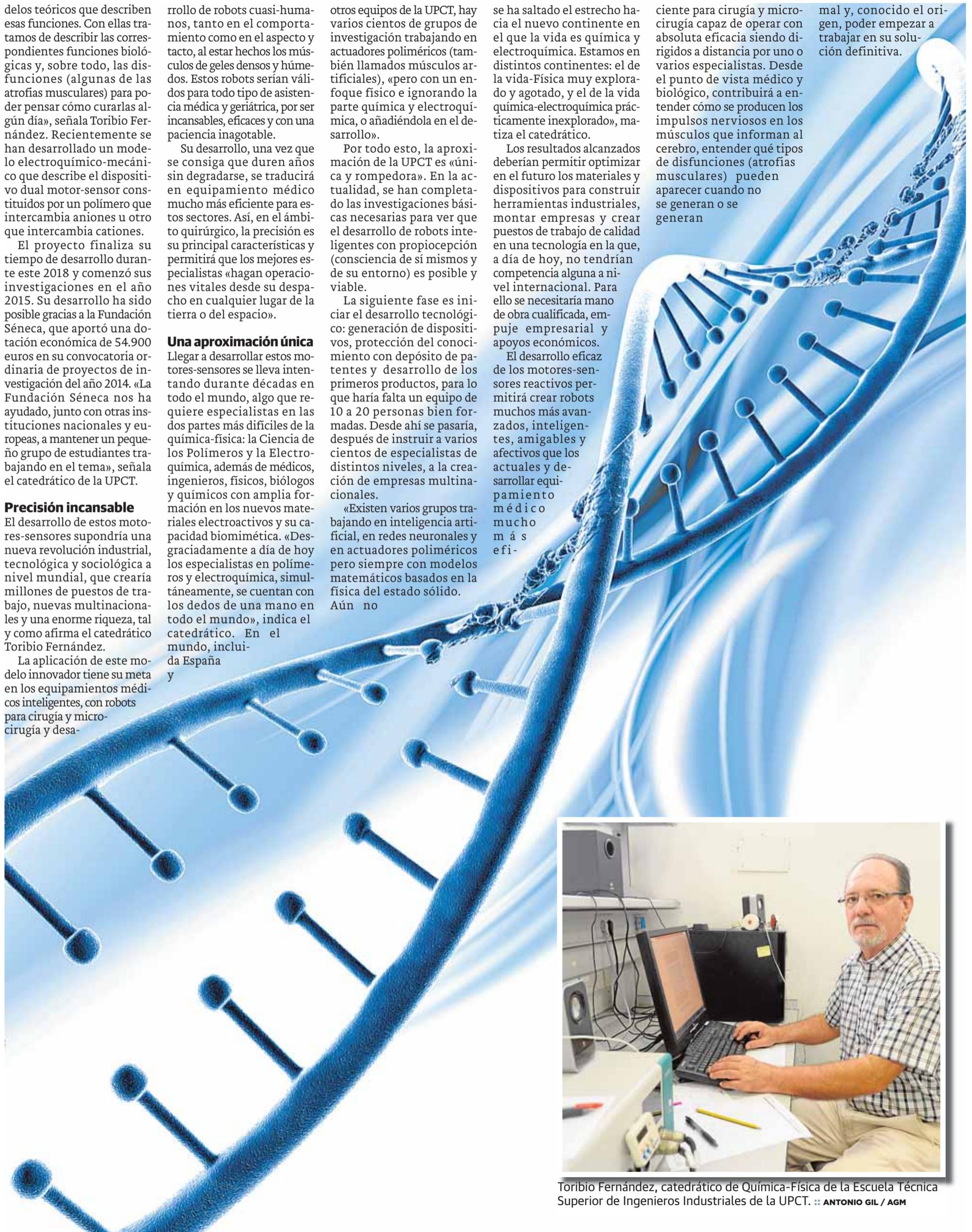
se ha saltado el estrecho hacia el nuevo continente en el que la vida es química y electroquímica. Estamos en distintos continentes: el de la vida-Física muy explorado y agotado, y el de la vida química-electroquímica prácticamente inexplorado», matiza el catedrático.

Los resultados alcanzados deberían permitir optimizar en el futuro los materiales y dispositivos para construir herramientas industriales, montar empresas y crear puestos de trabajo de calidad en una tecnología en la que, a día de hoy, no tendrían competencia alguna a nivel internacional. Para ello se necesitaría mano de obra cualificada, empuje empresarial y apoyos económicos.

El desarrollo eficaz de los motores-sensores reactivos permitirá crear robots muchos más avanzados, inteligentes, amigables y afectivos que los actuales y desarrollar equipamiento médico mucho más eficiente.

ciente para cirugía y microcirugía capaz de operar con absoluta eficacia siendo dirigidos a distancia por uno o varios especialistas. Desde el punto de vista médico y biológico, contribuirá a entender cómo se producen los impulsos nerviosos en los músculos que informan al cerebro, entender qué tipos de disfunciones (atrofas musculares) pueden aparecer cuando no se generan o se generan

mal y, conocido el origen, poder empezar a trabajar en su solución definitiva.



Toribio Fernández, catedrático de Química-Física de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPCT. :: ANTONIO GIL / AGM