

# El cuerpo eléctrico

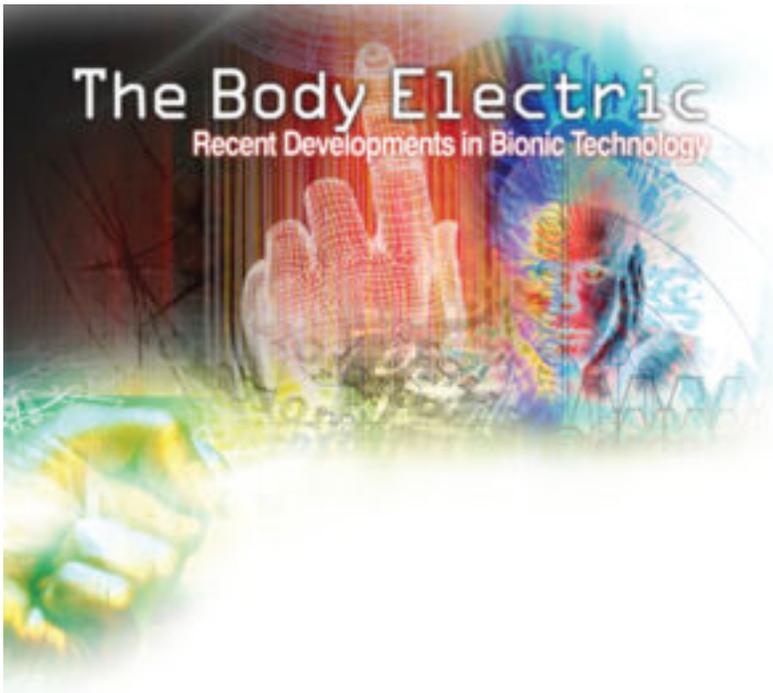
## Los últimos avances de la tecnología biónica

Por **Bill Dupes**

A Publication of the Amputee Coalition of America  
**inMOTION**

Volumen 14 · Número 3 · Mayo/Junio  
2004

Traducción al Español: The BilCom Group  
inMotion Volume 14 · Issue 3 · May/June 2004: The Body Electric:  
Recent Developments in Bionic Technology - English Version is available  
in [Library Catalog](#)



El término "biónico" tuvo una vez un significado puramente científico. Ahora, gracias a series de televisión como *El hombre de los seis millones de dólares*, lo primero que nos viene a la mente cuando lo oímos son imágenes de alguien saltando de un edificio a otro, levantando coches y realizando otras proezas con una fuerza sobrehumana. Y las asociamos a frases como: "Podemos reconstruirlo; disponemos de la tecnología. ... Está mejor que antes. Mejor. Más fuerte. Más rápido". Es como tratar de escuchar *La obertura de Guillermo Tell* de Rossini sin pensar en el *Llanero Solitario*.

Aunque es muy poco probable que la biónica nos proporcione alguna vez poderes sobrehumanos, sí es verdad que en los últimos 30 años se ha avanzado de forma espectacular en el campo de la tecnología protésica. Lo que una vez parecía ciencia ficción se está haciendo realidad rápidamente. Aunque las prótesis de tecnología más avanzada son sólo una réplica de las extremidades reales, la emocionante fusión entre la

biónica y la protésica promete la aparición de tecnologías que mejorarán en gran medida la movilidad, el rendimiento energético y el modo de andar.

### **Sensores y sensibilidad: mejores prótesis gracias al avance de la inteligencia artificial**

Dicen los expertos que la clave de la protésica del futuro radica en el perfeccionamiento de la inteligencia artificial (AI, por sus siglas en inglés). La integración de la tecnología informática en los diseños de prótesis no es un concepto nuevo. La inteligencia artificial ya se utiliza en rodillas de fácil ajuste; fabricantes como Otto Bock, Seattle Systems y Endolite han realizado progresos en esta área. Las manos artificiales se fabrican ahora con sensores en las yemas de los dedos para controlar la fuerza de agarre.

Existen otras muchas posibles aplicaciones. Por ejemplo, se está realizando una investigación sobre sensores insertados en los forros para encajes, que unen la prótesis a la extremidad residual, que se adaptan automáticamente a la fluctuación del volumen corporal. Los encajes de fácil ajuste podrían hacer que la prótesis fuese más cómoda y prevenir llagas, cardenales y otras complicaciones. Una tecnología de sensores parecida a ésta también podría conseguir que los pies artificiales se tensaran y relajaran para adaptarse a la variación de la resistencia y la velocidad, y así hacer posible el uso de una misma prótesis para realizar varias actividades.

El mayor obstáculo aún por superar es reproducir la complejidad de todos los movimientos de una extremidad con el uso de la tecnología actual. Aunque se ha progresado mucho, hay varios factores relacionados entre sí que todavía tienen que solucionarse, como la fuerza, la velocidad de reacción, la amplitud de movimiento, el peso y la durabilidad. El principal objetivo a la hora de resolver estos problemas es la integración total de mente, cuerpo y máquina.

### **El fantasma en el interior de la máquina**

En el año 2000, el Dr. Miguel Nicolelis, neurobiólogo del Centro Médico de la Universidad de Duke, adiestró a un mono a mover un brazo robótico con pensamientos transmitidos a través de electrodos implantados en el cerebro. Recientes experimentos demuestran que esta técnica puede funcionar también en seres humanos.

La clave está en identificar las neuronas que se activan cuando alguien piensa de forma consciente en un movimiento y luego lo realiza. Los estudios demuestran que estas células cerebrales permanecen activas incluso en las personas con amputaciones. Nicolelis sacó partido de una serie de intervenciones quirúrgicas en el cerebro realizadas a 11 pacientes con la enfermedad de Parkinson, una enfermedad incurable causada por la destrucción de ciertas células cerebrales. Estas operaciones se realizan habitualmente con estimuladores cerebrales para ayudar a contrarrestar los temblores asociados al Parkinson. Nicolelis sacó el máximo provecho de estas circunstancias incluyendo una sencilla tarea manual: se pidió a los pacientes que jugaran con un videojuego.

Para encontrar el mejor lugar para colocar los estimuladores, los cirujanos implantaron varias series de microelectrodos provisionales. Los pacientes estaban despiertos durante la intervención para poder orientar al cirujano. Mientras los pacientes jugaban, los electrodos enviaban señales cerebrales a una computadora que analizaba las señales y las emparejaba con los movimientos que la mano realizaba al jugar con el videojuego. Entonces se compilaban las señales en un modelo neuronal que podía pronosticar las señales necesarias para realizar las acciones requeridas en el juego.

Mientras a los monos se les implantaron en el cráneo cables que estaban conectados a un dispositivo externo, el equipo de Nicolelis ha diseñado una serie de electrodos sin cables que podrían implantarse de forma permanente. Algunas de las aplicaciones evidentes de esta tecnología serían un brazo robótico controlado por el pensamiento, una silla de ruedas eléctrica, una televisión, una computadora o una prótesis. El Dr. Josy Millán del Instituto Dalle Molle de Suiza propone un sistema parecido. En lugar de implantes quirúrgicos, se utiliza un gorro tachonado de electrodos que controla la actividad cerebral a través del cuero cabelludo. Las primeras pruebas realizadas con un robot teledirigido indican que es tan fácil controlar al robot con los pensamientos como de forma manual.

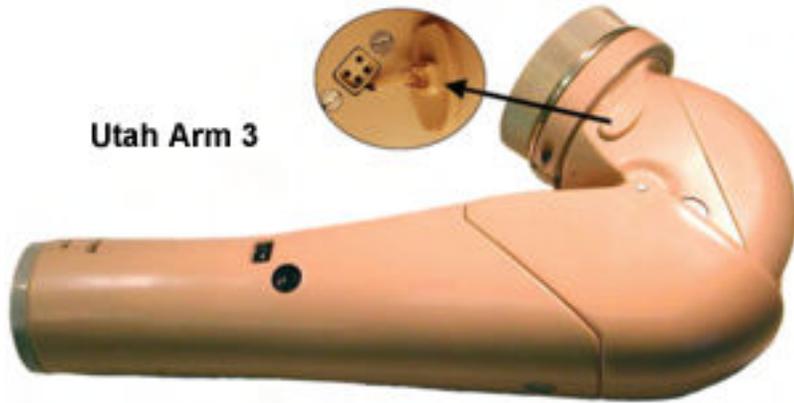
Una red de cables envía la información a una computadora que analiza la actividad cerebral y, mediante una conexión sin cables, transmite al robot cualquier orden que detecta. El programa informático se aprovecha de que el deseo de moverse hacia una dirección concreta crea un patrón único de actividad cerebral. Puede saber qué orden tiene en mente el usuario mediante la identificación de la señal neural asociada a esa orden.

### **Extremidades superiores**

Los brazos protésicos tradicionales funcionan con el movimiento corporal, dependen de los movimientos del cuerpo para manipular los cables que controlan la prótesis. Las prótesis mioeléctricas están controladas por señales eléctricas transmitidas desde los músculos subyacentes hasta la epidermis; estas señales se amplifican y se envían a microprocesadores que operan los motores situados en las coyunturas y las manos. Estos últimos avances tecnológicos aparecen en la nueva mano SensorHand® Speed fabricada por Otto Bock y en el brazo Utah Arm 3, que pronto será distribuido por Motion Control.



La mano SensorHand Speed es más silenciosa que la primera SensorHand, dos veces más rápida y más sensible debido a un mejor procesamiento de señales y *software*. La función de “autoagarre” detecta cuándo la mano necesita más fuerza de agarre al sostener un objeto y modifica la tensión automáticamente, como cuando la mano sostiene un vaso que se está llenando de agua.



La mano Utah Arm 3 se halla en la fase final de experimentación y se espera que sea distribuida al público para el 2005. Diseñada para personas con amputaciones por encima del codo, contiene dos microprocesadores que permiten el movimiento simultáneo del codo y la muñeca o la mano. Otra mejora es la posibilidad de modificar la configuración de la potencia; por

ejemplo, el usuario puede amplificar la señal para compensar la escasa información neural que se produce cuando los músculos están cansados.

A veces, las mismas heridas que causan la necesidad de amputar también dañan los músculos necesarios para controlar una prótesis electrónica. El Instituto de Rehabilitación de Chicago (*Rehabilitation Institute of Chicago* o RIC, por sus siglas en inglés), un hospital líder en rehabilitación física en los EE.UU., completó recientemente con éxito la rehabilitación del primer receptor del mundo de un injerto de nervio / músculo para poder controlar una prótesis mioeléctrica. La técnica, investigada y desarrollada por el Dr. Todd Kuiken, médico, Doctor en Medicina y director de los servicios para personas con amputaciones, permite que diferentes secciones del resto de los músculos del usuario manejen una prótesis de brazo.

El 21 de mayo del 2001, Jesse Sullivan de Dayton, Tennessee, tocó un hilo conductor cuando trabajaba como técnico encargado del tendido y mantenimiento de cables eléctricos. Las quemaduras eléctricas fueron tan graves que fue necesario amputar ambos brazos a la altura del hombro. Sullivan tenía zonas donde el control mioeléctrico era limitado por lo que se le puso una prótesis en el brazo derecho que funcionaba con el movimiento corporal.

El Dr. Kuiken propuso trasplantar nervios vivos del hombro izquierdo de Sullivan al músculo pectoral izquierdo. Seis meses después, tras el crecimiento y propagación de los nervios por el músculo, el Dr. Kuiken pudo detectar señales mioeléctricas. El departamento de prótesis del RIC diseñó y creó un "puño" (de camisa) con electrodos que reconocía y transmitía las señales necesarias para controlar la prótesis. Cuando Sullivan piensa en que quiere cerrar la mano, el nervio que una vez hacía cerrar la mano ahora hace que parte del músculo de su pecho se contraiga. Los sensores situados en ese músculo ordenan a la mano que se cierre mediante diminutos cables conectados entre sí.

**Sullivan es el primer receptor del mundo de un injerto de nervio / músculo para controlar una prótesis.**



**Sullivan is the world's first recipient of a nerve/muscle graft to control a prosthesis.**

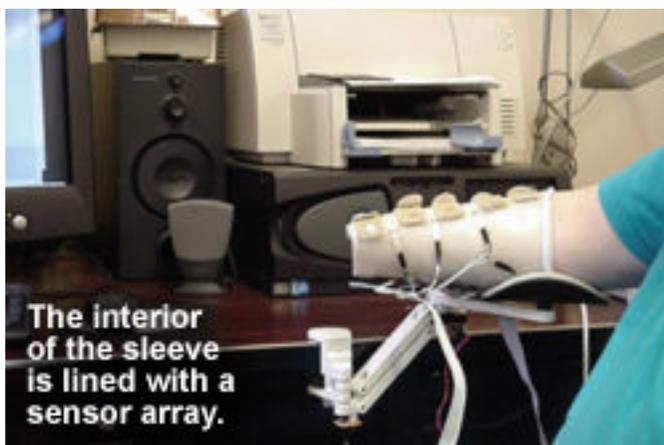
"Durante años desarrollamos y pusimos a prueba este procedimiento; es cirugía de la década de los 20 para una aplicación del siglo XXI", dice Dr. Kuiken. "Lo realmente novedoso no es tanto la técnica quirúrgica como el motivo por el que se realiza la intervención quirúrgica y que se utilice para ayudar a controlar las extremidades artificiales y conseguir que funcionen mejor". Esta técnica está limitada por ahora a brazos amputados aunque se espera que, con el tiempo, se pueda aplicar a piernas.

La mano Dextra, inventada por el Dr. William Craelius, de la Universidad de Rutgers (*inMotion* de noviembre/diciembre del 2002), lleva este concepto aún más lejos. Se trata del primer dispositivo de su clase que permite que una persona utilice transmisiones neuronales existentes para controlar individualmente unos dedos mecánicos dirigidos por computadora. Se ha puesto a prueba a Dextra en actividades tan complejas como mecanografiar y tocar el piano. Aunque el nivel de destreza está por debajo del que se necesitaría para tocar *El vuelo del abejorro*, Craelius cree que "la tecnología biónica puede adaptarse para recuperar parte de casi cualquier pérdida de función".

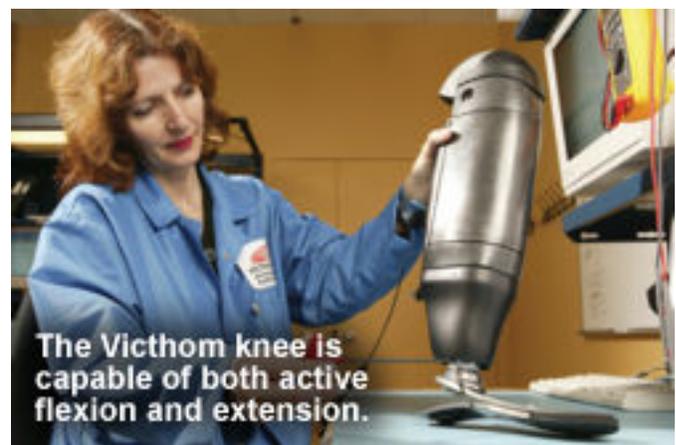
Por ejemplo, habla de un pequeño implante sin cables llevado a cabo en la UCLA por un equipo liderado por el Dr. Gerald Loeb. Este implante puede inyectarse en la piel para que transmita señales neurales a los dispositivos biónicos. Según Craelius, aunque para transmitir la información sean necesarias más de 1.000 conexiones eléctricas entre el cerebro y los dispositivos biónicos, podría ser factible con el uso de la tecnología actual, incluso si la mayor parte del procedimiento informático se tiene que realizar fuera del cuerpo. Sin embargo, al ritmo que avanza la capacidad, velocidad y miniaturización informática, Craelius opina que en los próximos 10 años todo el sistema de procesamiento

puede llegar a colocarse en el cerebro o cualquier otra parte del cuerpo.

La tecnología de Dextra se está utilizando en la actualidad en un estudio de colaboración con el Dr. Grigore Burdea de Rutgers para evaluar sus beneficios en personas con amputaciones mediante el uso de la realidad virtual. Llevando un puño que recibe las señales procedentes del brazo del usuario, éste controla una mano virtual en pantalla para realizar ejercicios de destreza en una computadora. Las pruebas preliminares sugieren varios posibles usos y beneficios de esta tecnología. Podría ser útil como instrumento para evaluar a personas con amputaciones y enseñarlas a usar una mano mecánica; podría incorporarse a futuros diseños para mejorar la función de brazos y manos protésicas; y, en el caso de las personas con amputación de extremidades inferiores, podría utilizarse para mejorar su modo de andar. Quizás lo más interesante de todo es que la realidad virtual puede ayudar a las personas con amputaciones a afrontar el dolor fantasma al ayudarles a visualizar y mover una extremidad virtual de forma menos dolorosa.



**El interior de la manga está revestido con una serie de sensores.**



**La rodilla Victhom puede realizar tanto una flexión como una extensión activa.**



**Un ejercicio con un tablero de realidad virtual.**

## Extremidades inferiores

El problema de las prótesis tradicionales siempre ha sido que el usuario hace la mayor

parte del trabajo, especialmente cuándo camina cuesta arriba o en terreno desnivelado. Eso puede ser ya mismo cosa del pasado.

El fabricante islandés Össur Total Prosthetic Solutions ha firmado un contrato con Victhom Human Bionics, S.A., de Canadá, para fabricar y distribuir lo que se ha llamado “la primera pierna biónica del mundo”, un sistema protésico motorizado para personas con amputaciones transfemorales. La tecnología de la pierna de Victhom es diferente porque funciona con, no contra, el usuario. A diferencia de las extremidades inferiores pasivas, la rodilla de Victhom puede realizar tanto una flexión como una extensión activa, lo que la hace más eficaz desde el punto de vista energético y permite un modo de andar más natural.

Los sensores situados en los zapatos de la persona transmiten señales a la computadora de la rodilla, lo que reproduce una forma de andar adecuada. Tanto si desea subir escaleras como caminar rápida o lentamente, sentarse o ponerse de pie, identifica la señal en tiempo real.

La nueva extremidad biónica aún está siendo probada y puede estar de venta en el mercado a principios del 2005. Victhom está trabajando en un tobillo motorizado y músculos artificiales, y en un implante neural para reemplazar los sensores externos de la pierna biónica.

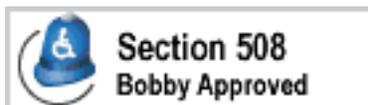
Seattle Systems, junto con Sandia National Laboratories, sigue trabajando en la Smart Integrated Lower Limb (SILL, por sus siglas en inglés). La versión final incorporará múltiples sensores que introducirán datos sobre presión, posición y velocidad en un procesador central que controlará la rodilla, el tobillo, el pie y el encaje. El encaje de la pierna se ajustará al cambio de diámetro que experimenta la extremidad residual del usuario en el transcurso de un día. Los sensores de presión del pie enviarán un leve zumbido a los electrodos conectados a la extremidad residual. Con estas indicaciones, las personas con amputaciones podrán preparar su extremidad para "sentir" el pie protésico cuando golpea el suelo.

El concepto fundamental de la SILL es el mismo que el de todas las escuelas del pensamiento biónico: una extremidad artificial, al igual que una sana, debería funcionar como una unidad, no como un conjunto de piezas. Ésta es la definición de tecnología biónica, en el sentido más sencillo y auténtico. La integración total, una conexión directa entre el ser humano y la máquina.

[📄 Back to Top](#)

---

Este artículo está protegida por los derechos de reproducción por la [Coalición de los amputados de América](#). Se permiten la reproducción local para el uso por los constituyentes de la ACA con tal de que éste información sobre los derechos de reproducción esté incluido. Las organizaciones o los individuos que desean a reimprimir éste articulo en otras publicaciones, incluyendo otros sitios en el red, deben [contactar la Coalición de los amputados de América](#) para la permisión.



**The HTML version of this page meets all Section 508 accessibility requirements.  
The PDF version allows content extraction for accessibility.**