

# PROPONEN PRÓTESIS PARA CIEGOS

Otorgaría, a partir del sentido del tacto, un equivalente de la visión perdida; se probaría en pacientes de hospitales del IMSS

La ceguera es, sin duda, una de las discapacidades sensoriales con más consecuencias negativas en la vida cotidiana de quienes la padecen.

En años recientes, las investigaciones sobre prótesis visuales han tomado diversas direcciones, de tal modo que ya se habla de implantes en el cerebro, en el nervio óptico y la retina. Sin embargo, por lo que se refiere a estas prótesis, tienen al menos dos grandes inconvenientes: son incapaces de reconstruir un mapa retinotópico congruente (situar en un plano de coordenadas los puntos que conforman la imagen) y requieren cirugía mayor para ser implantadas.

Como una alternativa a lo anterior, el Grupo de Micromecánica y Mecatrónica del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) emplea su experiencia en sistemas micromecánicos para desarrollar un primer prototipo de prótesis de sustitución sensorial, con el cual plantea la posibilidad de proporcionarles a los ciegos un equivalente de su visión perdida.

En este proyecto participan Luis Octavio Ortigoza Ayala, médico cirujano recién egresado de la Facultad de Medicina, y los doctores en Ingeniería Leopoldo Ruiz Huerta y Alberto Caballero Ruiz, responsables de dicho grupo de investigación.

La sustitución sensorial es definida como el empleo de un sentido (en este caso el tacto), para recibir información que normalmente recibiría otro sentido (en este caso la visión).

De aquí surge la alternativa de producir visión artificial mediante una sensación táctil: es decir, recrear imágenes en la piel del individuo ciego, mediante "puntos de indentación" (puntos de presión en la piel); esto implica dos ventajas fundamentales: se pueden reconstruir controladamente dichos puntos en el campo visual de aquél y se puede establecer con libertad un código de procesamiento visual propio sin necesidad de descifrarlo.

## Los primeros experimentos

En 1970, el doctor Paul Bach-y-Rita, profesor de la Universidad de Wisconsin, en Madison, Estados Unidos, desarrolló el Tactile Vision Substitution System (TVSS), que generaba imágenes en blanco y negro a partir de imágenes enviadas desde una cámara a un cinturón vibrotáctil; y en 1985, un sistema háptico (del griego *haptai*, relativo al tacto) que, gracias a tecnologías más avanzadas, ofrecía imágenes con mejor resolución.

Tomando como punto de partida estos trabajos, otros investigadores emprendieron, con una técnica conocida como resonancia magnética funcional, estudios sobre la actividad cerebral en pacientes que perdieron la vista y en personas normales, mientras leían un texto en braille.

"Con respecto a estos estudios, uno esperaría que, en los pacientes ciegos que antes vieron, los investigadores sólo hubieran encontrado actividad en el área somatosensorial, responsable de la percepción de los estímulos táctiles, pero no: también descubrieron que había actividad en la corteza visual", comenta Ortigoza Ayala.

Los investigadores concluyeron que, a partir de la plasticidad cerebral, era posible generar una interconexión entre el área somatosensorial y la corteza visual de los pacientes ciegos que antes vieron, y que el circuito neural que conecta estas dos áreas no se desarrollaba en las personas normales, limitándose la actividad cerebral exclusivamente a la percepción de estímulos táctiles.

## Cámara de video, computadora y guante

Los investigadores universitarios retomaron todos estos conocimientos y comenzaron a desarrollar los primeros pasos de una prótesis de sustitución sensorial para ciegos, la cual está conformada por un sistema de solenoides (bobinas) en un arreglo matricial de filas y columnas.

Al generar un campo electromagnético, los solenoides desplazan un elemento magnético (imán) contenido en un pin (barra efectora); el mecanismo antes descrito permite situar de manera controlada coordenadas de puntos para la reconstrucción de imágenes.

"Dependiendo de los resultados obtenidos —dice Ortigoza Ayala—, el sistema se conectará a una computadora que se encargará de procesar diversas imágenes, y en un futuro podrá complementarse con una cámara de video y un guante háptico."

## FUNCIONAMIENTO

La idea es que el sistema se conecte a una computadora que procese diversas imágenes, y que luego se complemente con una cámara de video y un guante háptico

**EN TIEMPO REAL**  
La cámara de video (A) capta una imagen en tiempo real y la envía a la computadora

**INFORMACIÓN TÁCTIL**  
La computadora (B) la descompone mediante un proceso conocido como segmentación de imagen (por ejemplo, de un rostro extrae sólo el exterior y lo fragmenta a partir de líneas), la transforma en información táctil y la envía a unas barras efectoras que hay dentro del guante (C-D), distribuidas tanto en el área palmar como en la parte dorsal

**PROCESAMIENTO**  
La información táctil es procesada por el área somatosensorial (4) y, mediante un circuito de interconexión, pasa a la corteza visual (5), área que permite al paciente ciego percibir la imagen captada por la cámara de video

**ASCENSO**  
Después de haber sido codificada por los receptores de la mano (1), la información táctil asciende por la médula espinal (2) hasta llegar al cerebro (3)

## Objetivo

El objetivo de la prótesis de sustitución sensorial es mejorar la calidad de vida de las personas ciegas, permitiéndoles navegar e interactuar con mayor seguridad en un espacio determinado (por ejemplo, ubicar la puerta de una oficina, abrirla, entrar, distinguir y evitar obstáculos, y encontrar una silla para sentarse).

## Etapas de aprendizaje

Se tienen planeadas diversas etapas de aprendizaje para usar la prótesis de sustitución sensorial.

- **EL PACIENTE** deberá identificar, discriminar, reconocer y comprender textos escritos en una hoja de papel (impresos) o en una pantalla de computadora (digitales).
- **DEBERÁ** reconocer figuras geométricas simples, como cuadrados, triángulos, rectángulos y circunferencias, y con ellas formar imágenes.
- **PODRÁ** identificar imágenes más elaboradas, conformadas por dos, tres o más figuras geométricas sencillas, estáticas y sin color. "Por ejemplo, un triángulo sobre un cuadrado será una casa; y un círculo rodeado por numerosos triángulos, el Sol", explica Ortigoza Ayala.
- **DEBERÁ** identificar colores, así como la profundidad o perspectiva de los planos. Para el caso de los colores, se le indicará cuánta presión de las barras efectoras equivale a cuál color; de esta manera podrá reconocer, por ejemplo, el color de la casa y el del Sol (aprenderá que un objeto puede tener color e intensidad de brillo, y que estas cualidades están ligadas; así, el blanco está ligado con una intensidad de brillo alta; y el negro, con una intensidad de brillo baja). Para el caso de la profundidad o perspectiva de los planos, aprenderá a identificarla mediante los distintos grosores de las barras efectoras del guante. En relación con las proporciones de las cosas, comprenderá que un objeto que percibe como grande o pequeño se debe a que está más cerca o más lejos de él, y que la proporción de un perro, por ejemplo, no es la misma que la de una casa, aunque estén en el mismo plano.
- **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

● **DEBERÁ** reconocer colores, así como la profundidad o perspectiva de los planos. Para el caso de los colores, se le indicará cuánta presión de las barras efectoras equivale a cuál color; de esta manera podrá reconocer, por ejemplo, el color de la casa y el del Sol (aprenderá que un objeto puede tener color e intensidad de brillo, y que estas cualidades están ligadas; así, el blanco está ligado con una intensidad de brillo alta; y el negro, con una intensidad de brillo baja). Para el caso de la profundidad o perspectiva de los planos, aprenderá a identificarla mediante los distintos grosores de las barras efectoras del guante. En relación con las proporciones de las cosas, comprenderá que un objeto que percibe como grande o pequeño se debe a que está más cerca o más lejos de él, y que la proporción de un perro, por ejemplo, no es la misma que la de una casa, aunque estén en el mismo plano.

● **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

● **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

● **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

● **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

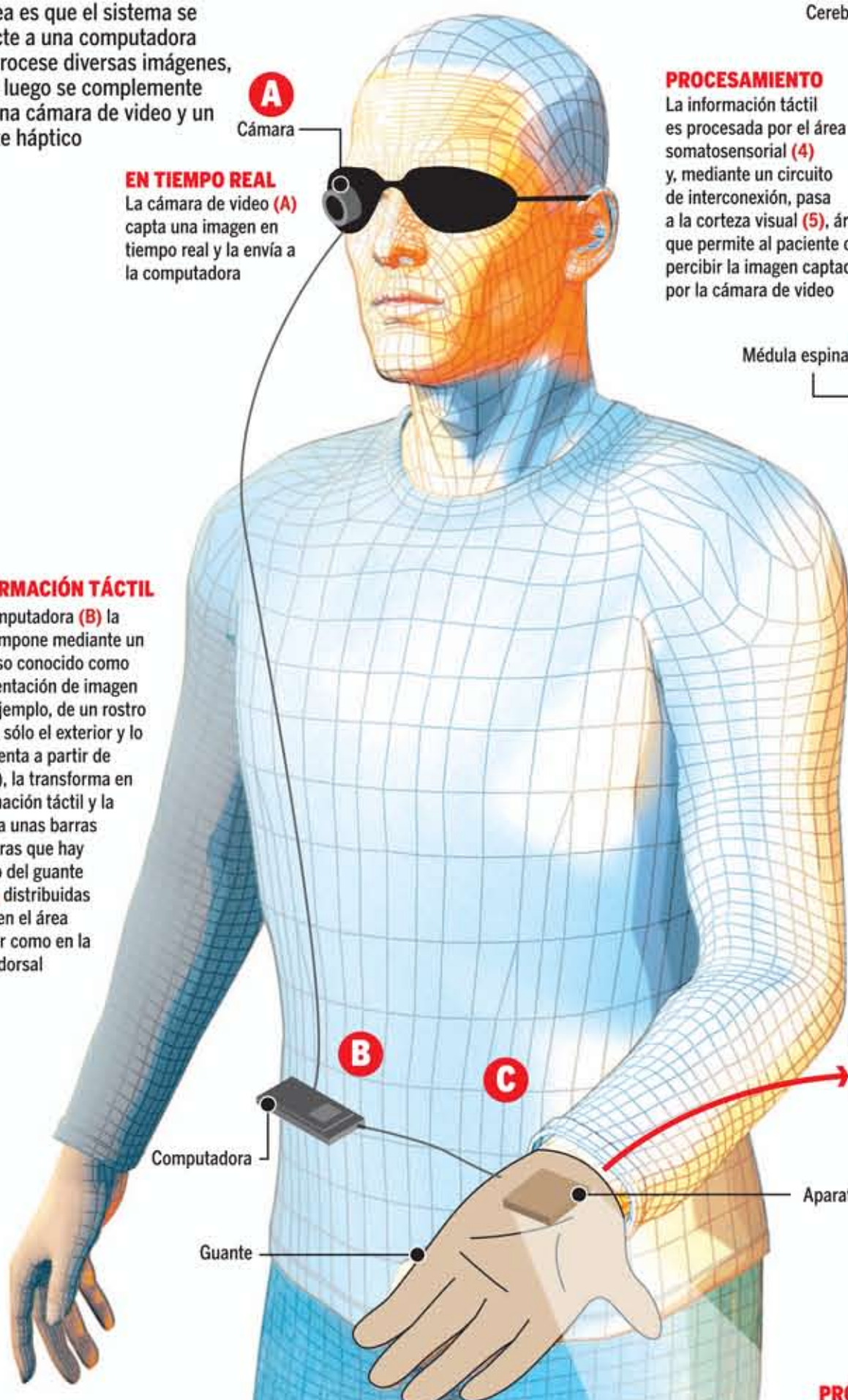
● **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

● **COMPRENDERÁ** comprender cómo viaja un estímulo táctil de la palma de su mano a la parte dorsal de la misma, y viceversa, para captar movimiento. Así, al integrar perspectiva y movimiento, podrá interactuar en un ambiente dinámico y controlado: moverse, desplazarse, utilizando todo lo que aprendió (textos, objetos, color, intensidad de brillo), encontrar un objeto frente o detrás de un plano, distinguir un objeto en movimiento, como una pelota que se mueve hacia él...

## Más información:

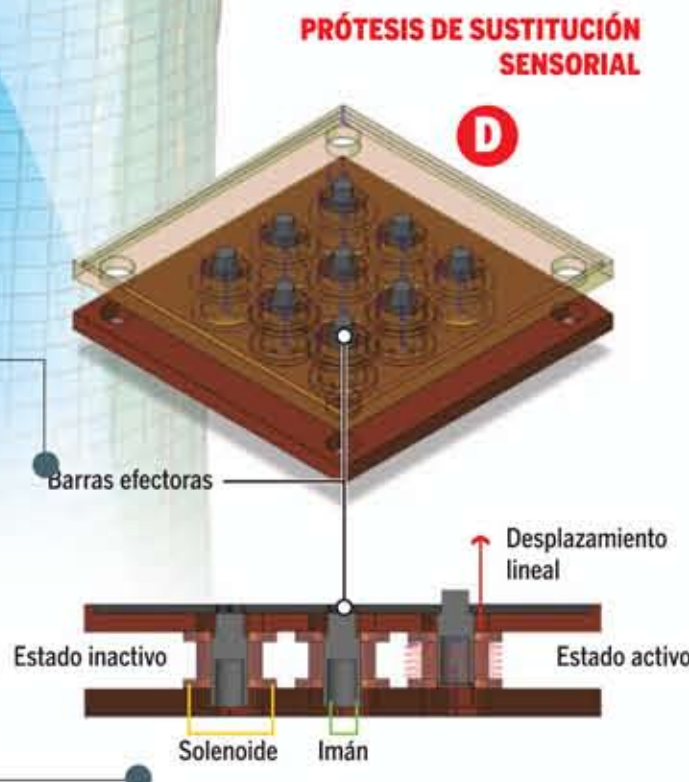
Teléfonos: 53-64-27-51 y 56-22-86-02, extensión 1208

Correos electrónicos: tavounam@hotmail.com, leorui@servidor.unam.mx



## Reconstrucción de imágenes

Al generar un campo electromagnético, los solenoides desplazan un elemento magnético (imán) contenido en un pin (barra efectora); el mecanismo antes descrito permite situar de manera controlada coordenadas de puntos para la reconstrucción de imágenes.



“Una vez que la prótesis de sustitución sensorial esté terminada y el paciente ciego haya aprendido a utilizarla, esperamos encontrar indicios de actividad cortical en el área visual”

Luis Octavio Ortigoza Ayala

Aunque todavía no tienen el prototipo final de la prótesis de sustitución sensorial, ellos ya presentaron su propuesta de diseño experimental en hospitales del Instituto Mexicano del Seguro Social.

“A los miembros del Comité Ético del Centro Médico La Raza, en la ciudad de México, se les dijo que se trata de una técnica que no pone en riesgo la vida de los pacientes, porque es no invasiva”, señala Ortigoza Ayala.

Se integrarán dos grupos: uno de pacientes ciegos de nacimiento de entre 10 y 18 años de edad, y otro de pacientes adultos que han perdido la vista. Cuando el prototipo de la prótesis de sustitución sensorial esté listo, se probará en ambos grupos. Se ha considerado obtener tomografías por emisión de positrones (PET, por sus siglas en inglés) para fijar y comparar las diferencias entre los circuitos neuronales de los dos grupos.

“Esa será la última fase de nuestra investigación y posiblemente se realizará en colaboración con la Facultad de Medicina de la UNAM.”

Cabe apuntar que el grupo de pacientes ciegos de nacimiento será seleccionado por el doctor Juan Carlos Bravo, jefe del Servicio de Oftalmología Pediátrica del Centro Médico Nacional Siglo XXI; y el de pacientes adultos que han perdido la vista, por el doctor Eduardo Muhl, coordinador

de enseñanza del Servicio de Oftalmología del Hospital General Centro Médico Nacional La Raza.

“Hay que dejar bien claro esto: aún no terminamos el prototipo de la prótesis de sustitución sensorial. Ahora trabajamos en la etapa de procesamiento que generarán las sensaciones sobre la piel y la computadora. Esto significa que estamos estableciendo qué características eléctricas de operación generan las condiciones de desplazamiento y fuerza adecuadas para transmitir las sensaciones que se requieren. Nosotros queremos asegurarnos de que lo que se reproduzca en el dispositivo tenga fundamentos experimentales comprobados”, finaliza Ortigoza Ayala (Leonardo Huerta Mendoza).