

Terapia por Gestos

L. Enrique Sucar

Instituto Nacional de Astrofísica,
Óptica y Electrónica, Tonantzint-
la, Puebla
Miembro de la Academia de
Ciencias de Morelos, A. C.

En un artículo previo en esta sección (*La Unión de Morelos*, 7 de Dic. de 2010: http://www.acmor.org.mx/descargas/09_dic_07_plasticidad.pdf) hablamos de la plasticidad cerebral, esa maravillosa capacidad del cerebro mediante la cual ciertas regiones pueden tomar las funciones de partes del cerebro afectadas, por ejemplo, por una embolia. Ahora vamos a adentrarnos en un sistema computacional desarrollado en México que ayuda a las personas a potenciar esta capacidad del cerebro a través de ejercicios, denominado *Terapia por Gestos*.

La rehabilitación tradicional de personas que han sufrido una embolia cerebral consiste en hacer ejercicios repetitivos con

los miembros afectados guiados por un terapeuta, lo que se conoce como terapia ocupacional. Aunque este tratamiento ha demostrado buenos resultados para muchos pacientes, tiene dos desventajas: (a) se requiere de un terapeuta, lo que limita el tratamiento porque no todos los pacientes tienen acceso por el tiempo necesario a un especialista, y (b) los pacientes tienden a perder la motivación, ya que la recuperación implica un esfuerzo importante por varias semanas o meses, y muchos no concluyen la terapia y por consiguiente no alcanzan todo el potencial de la rehabilitación.

En el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), en colaboración con investigadores y médicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía (INNN) y la Universidad de California en Irvine, hemos desarrollado el sistema de *Terapia por Gestos*, el cual

combina técnicas de visión por computadora y realidad virtual para ayudar a la rehabilitación de las extremidades superiores de pacientes que han sufrido embolias cerebrales. Este sistema, que se basa en el uso de elementos de bajo costo como son una computadora personal, una cámara y una manija o "gripper", permite al paciente realizar la terapia en casa sin la necesidad de un terapeuta, y mantiene su motivación al utilizar juegos por computadora con los que interactúa el paciente.

El sistema de *Terapia por Gestos* consta de elementos físicos (*hardware*) y de programas de computadora (*software*). Los elementos de hardware son una computadora, donde se ejecutan los programas; una video cámara (cámara web), que permite observar los movimientos del paciente; y una manija, que el paciente toma con la mano del miembro afectado, la cual facilita el seguimiento visual de su mano y también mide la presión que ejerce al apretarla.

El *software* lo podemos dividir en dos programas principales: seguimiento visual y ambiente virtual. El programa de segui-



Figura 1. Se observa uno de los ambientes virtuales del sistema de terapia que "cocinar un huevo". El "brazo", que aparece recortado en la imagen, del brazo del paciente, quien tiene que mover su brazo para tomar el huevo llevarlo al sartén y luego soltarlo.

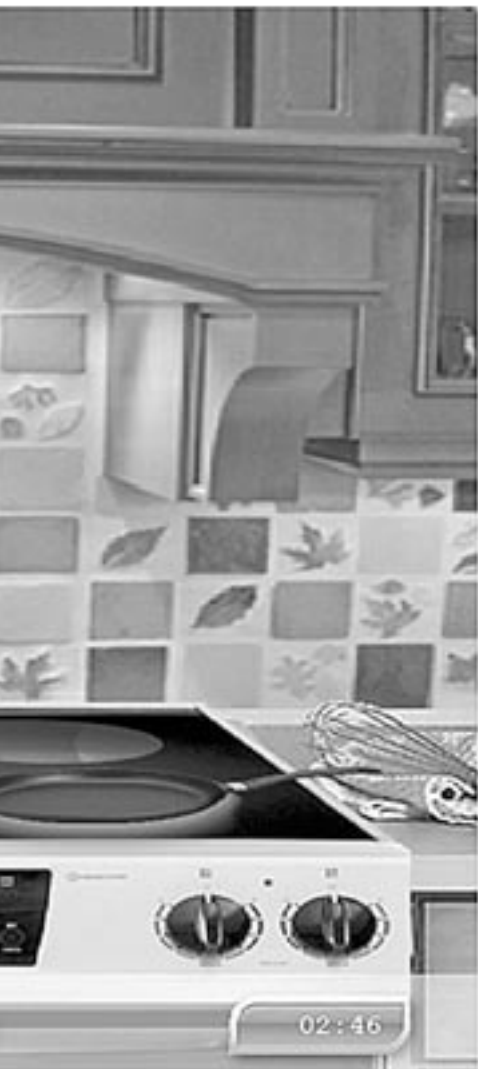
miento visual analiza las imágenes que se obtienen de la cámara y realiza el seguimiento de la posición de la mano en el espacio en tres dimensiones. Para ello se auxilia de una esfera de color en un extremo de la manija, que es lo que realmente sigue el sistema. La posición en el espacio de la esfera se estima mediante técnicas de visión por computadora que combinan información de color y textura del objeto, con estimaciones de su posición considerando sus posiciones en las imágenes previas. Estas técnicas están basadas en modelos estadísticos, llamados "filtros de partículas", que realizan un muestreo de diversas posibles posiciones de la pelota y seleccionan en cada instante la más probable. Para ello, se *aprende* un modelo de la apariencia de la pelota de una sola imagen de ejemplo, donde el usuario indica la posición de la pelota en la imagen. Es decir, que a partir de una imagen de la pelota, el sistema construye un modelo estadístico de su color y textura, que luego se utiliza para reconocerla. Después de esto, el sistema puede seguir la pelota en el video, obteniendo su po-

sición en la imagen (horizontal y vertical, o X,Y) y estimando su profundidad (Z) en base al tamaño relativo de la pelota en la imagen.

Una vez que se obtiene la posición de la mano del paciente a través del sistema de seguimiento visual, ésta se envía a un ambiente simulado del estilo de realidad virtual, con el cual interactúa el paciente mediante el movimiento del brazo afectado. En el ambiente virtual, el paciente tiene que realizar diversas actividades que lo obligan a ejercitar el miembro afectado. Para ello, el sistema hace un mapeo de las coordenadas de la mano del paciente en el espacio "real", donde se encuentra el paciente; al espacio virtual, donde interactúa con un mundo imaginario, el cual observa a través de la pantalla de la computadora. Esta mapeo de un mundo al otro se puede configurar de acuerdo al paciente y su estado de avance en la terapia; por ejemplo, para pacientes que aún no pueden mover mucho el brazo, se puede hacer que movimientos pequeños de la mano produzcan movimientos grandes en el espacio virtual.



Figura 2. Vemos a uno de los pacientes en el INNN interactuando con el sistema. El paciente sostiene la manija con su mano afectada, interactuando con el ambiente virtual que se observa en la pantalla.



Terapia por gestos, donde el paciente tiene control sobre el mundo virtual (ejerciendo presión en la manija),

El ambiente virtual para rehabilitación se puede ver como similar a los juegos de video, aunque con dos diferencias importantes. Por un lado, los ejercicios están diseñados de forma que obliguen al paciente a ejercitar las diferentes partes del brazo que son importantes para la rehabilitación, como son el hombro, codo, muñeca, e incluso los dedos; con diferentes tipos de movimiento como flexión, extensión y presión, entre otros. Por otro lado, los ambientes están diseñados para simular actividades de la vida diaria, ya que lo que se busca es que el paciente pueda regresar a hacer una vida normal. Ejemplos de algunas de las actividades son: limpiar una ventana, pintar un cuarto, cocinar un huevo, ir al supermercado, etc. Un ejemplo de uno de estos ambientes se ilustra en la Figura 1.

El sistema de *Terapia por Gestos* incluye diversos aspectos tecnológicos interesantes, pero lo más importante es ver si realmente puede ayudar a los pacientes en su proceso de rehabilitación. Para evaluarlo, se realizó un estudio clínico con-

trolado, donde se evalúa su impacto clínico en los pacientes. Para ello, un grupo de pacientes que había sufrido una embolia cerebral utilizaron el sistema de *Terapia por Gestos* durante varias semanas, y otro grupo de pacientes con características similares recibieron terapia tradicional. Al

final, se realiza una evaluación clínica por un terapeuta de cada paciente para ver su mejora, y se compara la mejora promedio en ambos grupos. Los estudios, realizados en la Unidad de Rehabilitación del INNN, muestran resultados similares en cuanto a la mejora del movimiento del

miembro afectado para ambos tipos de terapia. Sin embargo, los pacientes que utilizaron *Terapia por Gestos*, tienen una mucha mayor motivación y apego al tratamiento, elementos esenciales para lograr maximizar la recuperación a largo plazo. En la Figura 2 se observa a uno de

los pacientes interactuando con el sistema.

En el futuro, se espera poder comercializar el sistema de *Terapia por Gestos* para contribuir a la rehabilitación de cientos de miles de personas que sufren embolias cerebrales cada año en México y el mundo.

Expresiones químicas



Seis sesiones sabatinas, del 28 de agosto al 9 de octubre, 10 a 14 hrs. Sala Juárez de Universum

Dirigido a profesores de enseñanza media y media superior, así como periodistas científicos

- La química y su pasado
- Estructura de proteínas e importancia en biotecnología y medicina
- Divulgación y didáctica de la química
- Enlaces y desenlaces químicos
- Metales en los seres vivos
- Electroquímica y transformaciones
- Toxinas ambientales
- La cocina, laboratorio experimental de la química
- Química y genómica
- Química cuántica
- Material didáctico y divulgación de la química

Cupo limitado a 50 profesores

Informes e inscripciones: 5622 7336 Casita de las Ciencias, Universum, Zona Cultural de Ciudad Universitaria

Costo: \$1,200 pesos. 40% de descuento a profesores UNAM y SEP