

# En marcha y movimiento

Angélica María Ramírez-Martínez

**P**onerse de pie y caminar son actividades de importancia vital en el desarrollo humano, ya que facilitan la autonomía y la interacción con el medio. Desde una concepción evolutiva, que el hombre se haya erguido para liberar las manos fue quizás la primera adaptación que diferenció al *Homo sapiens* de los demás primates, y que causó cambios en la anatomía de la pelvis y las extremidades. Desde el punto de vista fisiológico, la marcha es un evento tan natural que no requiere ser pensado para ejecutarse. Esta naturalidad proviene de un aprendizaje iniciado en una etapa de desarrollo entre los 10 y los 18 meses, y que se vuelve automática alrededor de los 12 años, cuando se afianza el patrón de caminata. La razón de esta sensación de movimiento involuntario radica en que las señales nerviosas, que inicialmente vienen del cerebro, se instauran en la médula espinal, lo que permite que la marcha se haga casi de forma refleja.

El estilo de marcha de una persona puede ser usado como un identificador de individuos, tal como la huella digital, con la ventaja de que permite distinguir a distancia a un sujeto por su forma de andar. En el campo

psicológico, los patrones de marcha también pueden ser usados como identificadores del estado de ánimo. Pero el mayor uso de la evaluación de la marcha se da en el campo clínico, ya que los cambios de patrones de marcha son un indicador clave para el diagnóstico del estado y la evolución de enfermedades, lesiones o alteraciones motoras.

El análisis del patrón de marcha y sus variaciones es conducido principalmente por médicos y fisioterapeutas, quienes evalúan de forma cualitativa el estado de los sujetos a través de una exploración física y neurológica. Hoy en día, estas evaluaciones son acompañadas por medidas objetivas basadas en variables cuantitativas adquiridas desde sistemas ópticos. El primero de estos sistemas fue desarrollado por Eadweard Muybridge en 1873, quien usó la cronofotografía para solucionar el reto puesto por el gobernador de California, que consistía en comprobar si las patas de los caballos se mantienen en el aire todas a un mismo tiempo. Posteriormente, esta solución evolucionó a sistemas cada vez más refinados que permiten capturar el movimiento de individuos y objetos a altas velocidades.

<sup>1</sup> Profesora del Departamento de Ingeniería Mecánica y miembro del Grupo de Investigación de Modelado Computacional de Sistemas Naturales Commons.

## 1. **Cómo se evalúa la marcha en la Universidad Central**

Conciente de la gran cantidad de información que brinda el análisis de la marcha acerca del estado de salud de un paciente, la Universidad Central adquirió y puso a punto un Laboratorio de Análisis de Movimiento y Ergonomía (AME). El laboratorio AME cuenta con un equipo optoelectrónico, consistente en ocho cámaras con una corona de LED infrarrojos que captan un arreglo de marcadores reflectivos ubicados sobre diferentes segmentos corporales del sujeto. Así, a medida que el individuo se mueve, se captura la posición espacial de cada marcador en cada instante del tiempo. El sistema cuenta también con una plataforma con la que se adquieren las señales de fuerzas de reacción del suelo al caminar sobre ella y con un sistema de electromiografía que captura la señal eléctrica de los músculos al contraerse. Estos datos son digitalizados y transmitidos a un computador, donde son procesados para hallar ángulos, momentos y potencias articulares, con miras a establecer un patrón de marcha.

## 2. **Análisis de marcha en la academia**

Diferentes grupos de investigación de la FICB, junto con semilleros de investigación, pasantes, tesis, estudiantes de optativas (Análisis de Movimiento, Diseño de Dispositivos Biomédicos, Ingeniería de Rehabilitación) y estudiantes de prácticas de ingeniería, han confluído en el laboratorio de AME para desarrollar proyectos relacionados con el análisis de la marcha y la evaluación de prototipos de

rehabilitación. El apoyo clínico fundamental para este tipo de proyectos es brindado actualmente por los departamentos de Fisioterapia y Medicina de universidades como la Corporación Iberoamericana y la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS).

Entre los proyectos destacados, está el análisis de marcha en niños con displasia de cadera que usan la férula Milgram. Esta férula se prescribe con el fin de mantener las piernas en una apertura de 90°, de forma que el fémur se reubique sobre el acetábulo. Debido a que, en Colombia, el tamizaje de la displasia suele ser tardío, los niños usan la férula aún cuando empiezan a caminar. Por esta razón, este proyecto buscaba evaluar las fuerzas generadas sobre la articulación de la cadera en niños que caminaban usando la férula, en comparación con un niño acostado usando la férula, con el fin de apoyar nuevas estrategias de rehabilitación y brindar recomendaciones de tamizaje.

Así mismo, se ha analizado el estado del control postural en individuos con afectación del sistema nervioso central y las consecuentes alteraciones motoras en casos de enfermedades degenerativas como la esclerosis múltiple (EM). Este análisis resulta fundamental para garantizar la precisión del diagnóstico y, por ende, elegir la ruta terapéutica para cada paciente. Actualmente, existe un proyecto en el que se formulan marcadores biomecánicos que permitan caracterizar objetivamente el estado y evolución de la función de balance de estos sujetos. La evaluación es soportada con un sistema que estima el establograma mediante el uso de Kinect, para ofrecer soluciones portátiles de bajo costo. Este producto se usó para la evaluación del estado del sistema de control postural en pacientes de la Fundación para la Esclerosis Múltiple Fundem.

### 3. Caminando hacia el futuro

Se tiene proyectado en el futuro próximo el análisis de marcha de pacientes con prótesis de tobillo multiaxial y de rodilla pediátrica, ambas diseñadas en la Universidad, así como el afianzamiento en el análisis de otros movi-

mientos como el gesto de remo, con el fin de ofrecer servicios al equipo de Bogotá Rowing. Es de recalcar que el laboratorio AME tiene sus puertas abiertas a todos aquellos profesores y estudiantes de la Universidad Central que quieran plantear y desarrollar nuevos proyectos, así como capacitarse en el tema.