

Mtra. María De Jesús Gómez Cruz  
Directora de la división de  
Ciencias y Artes para el Diseño  
UAM Xochimilco

# *Informe Final de Servicio Social*

Instituto Nacional de Rehabilitación  
Laboratorio de Análisis de Movimiento  
Periodo: 9 Enero -10 Julio  
Proyecto: "Diseño y fabricación de  
dispositivos para análisis de movimiento e  
ingeniería de rehabilitación"  
Clave: XCAD000340

# Introducción

El Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) es una institución de asistencia pública perteneciente a la Secretaría de Salud de México, su especialidad es como lo dice su nombre la Rehabilitación, forma parte de un sistema de 12 hospitales de alta especialidad que dan servicios de salud pública a la población mexicana, es una de las primeras en su género en América Latina, su objetivo principal es la atención de discapacidades y la formación de especialistas, su principales especialidades son las siguientes: Audiología, Foniatría, y Patología del Lenguaje, Ortopeda, Medicina de Rehabilitación, Atención a Quemados, Medicina del Deporte, Oftalmología, Otorrinolaringología, Anestesiología.

En la actualidad el Instituto ha ganado presencia y reconocimiento a nivel nacional como Institución líder en la atención médica de Alta Especialidad y la formación de recursos humanos en los campos de Ortopedia, Medicina de Rehabilitación y Audiología y más recientemente en Otorrinolaringología. Así mismo, tiene presencia nacional a través de las campañas de Cirugía Extramuros y del Centro Nacional de Investigación y Atención de Quemados. Participa en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Programa Sectorial de Salud. Ha alcanzado proyección Internacional a través de los programas de cooperación internacional mediante la intervención de la Dirección General de Asuntos Internacionales y como Centro Colaborador de OPS/OMS.

El Instituto Nacional de Rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra también ha alcanzado la suficiente calidad en todos sus procesos que le ha merecido la Certificación ISO 9001 y la del Consejo de Salubridad General.

Análisis de movimiento

Jefe de Servicio ó Responsable del Área: D. en C. Ivett Quiñones Urióstegui

Función del Servicio:

Proporciona instrumentación y técnicas que ayudan al médico especialista y/o al investigador a obtener una valoración cuantitativa de parámetros del movimiento de los pacientes, así como medir los movimientos del cuerpo humano con precisión, para identificar el control neuromuscular anormal, desórdenes biomecánicos, procesamiento de movimientos deportivos y prevención de lesiones.

Equipos e Instalaciones con las que cuentan:

- Laboratorio y sistemas portátiles para análisis cinético y cinemático del movimiento, registro de dimensiones y electromiografía de superficie.
- Tapete instrumentado para análisis de parámetros espaciotemporales de la marcha.
- Plataforma de fuerzas.
- Banda sinfín instrumentada para análisis de marcha y carrera.
- Equipo fotogramétrico para análisis de movimiento humano.



## Línea de investigación

Evaluación y estudio de parámetros cinéticos y cinemáticos del movimiento humano para la detección y análisis de condiciones normales y patológicas antes, durante y después de una intervención, tratamiento o programa rehabilitatorio, ortopédico, de medicina del deporte y otras especialidades. Desarrollo de equipo e instrumentación, software, bases de datos y algoritmos empleados en el análisis de datos generados por los equipos computarizados, para la medición de movimiento humano, rehabilitación, y procedimientos quirúrgicos.

## Objetivos

- Apoyo en el diseño y fabricación de dispositivos para análisis de movimiento que incluye: dibujo de planos técnicos, diagramas, realización de maquetas y modelado, propuesta y selección de materiales, procesos de manufactura, fabricación de prototipos, manuales de usuario, desarrollo de dibujos para registro de patentes, diseño de ambientes virtuales, colaboración activa dentro de los proyectos vigentes en el laboratorio.

En el Laboratorio de análisis de movimiento hay varios proyectos vigentes cada uno tiene problemas específicos y por lo tanto soluciones, también específicas. La mayor parte de los proyectos están relacionados con el estudio de pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación, las necesidades muchas veces están relacionadas con ellos y con sus discapacidades físicas. En mi lapso de servicio social tuve cuatro problemas, que me fueron asignados por la Ing. Ivett Quiñones para poder aplicar el diseño industrial y proponer un objeto o rediseño de objeto para mejorar la experiencia dentro del laboratorio de análisis de movimiento.

## “Desorganización de cables y limitación de desplazamiento en el estudio de movimiento con sensores y alfombra sensible”

1

Uno de los estudios que se realizan consiste en colocar una serie de sensores al paciente para que se documenten sus movimientos. El primer paso es poner los sensores en su lugar, hay dos tipos de sensores, una serie es inalámbrica y la otra serie es alámbrica, la serie que tiene cables se concentran en la parte posterior del cuerpo, en la espalda. Estos sensores recorren las dos extremidades inferiores, son dos sensores en la parte frontal y dos sensores en la parte posterior de cada extremidad.



Después de que los sensores están conectados y colocados el paciente realiza una serie de movimientos: caminar por una alfombra que registra los pasos al mismo tiempo que las cámaras detectan los movimientos de los sensores, subir un mueble que simula una escalera de 2 escalones y el último movimiento consiste en aplicar fuerza con las extremidades en un aparato que la mide y registra.

## Requerimientos:

- Administre y ordene los cables- El principal problema a resolver es la dificultad para ordenar e identificar cada cable, pues el cableado dificulta y obstruye el movimiento de los pacientes.
- Ajustable- La diversidad de los usuarios es amplia, la longitud y ancho de las extremidades será variable.
- Material resistente.
- Fácil de instalar y retirar- El estudio debe ser rápido y efectivo, se debe llegar a recolectar todos los movimientos previstos sin requerir de tiempo extra.

2

“Falta de vestimenta óptima para estudio de movimiento con silla de ruedas en pacientes con daño en espina vertebral”

Este estudio consiste en que el paciente, primero contesta una serie de preguntas de su vida cotidiana, después se colocan sensores en el vientre, piernas y sobre las vertebrae de la columna, después se coloca al paciente y su silla arriba de un soporte que tiene rodillos, el paciente mueve las ruedas de su silla para poder medir la fuerza, velocidad y resistencia.



## Requerimientos:

- Dos piezas- superior e inferior.
- Tallas- diversidad de usuarios en tallas, sexo y peso.
- Fácil instalación- usuario con movimiento limitado.
- Áreas de importancia despejadas- vientre, piernas y columna.
- Lavable.

“Rediseño de asiento para kayak, para uso de personas con daño en la columna ”

3

El uso de kayak para rehabilitación motora ha ayudado a los pacientes a fortalecer el dorso, lo que permite una mejora en su desempeño físico y resistencia a las tareas diarias desde su silla de ruedas. Los asientos que tiene el kayak en forma comercial son asientos con apoyo limitado y sin respaldo, las necesidades de los usuarios en el Laboratorio de Movimiento son diferentes.



## Requerimientos:

- Mayor superficie de asiento
- Respaldo
- Cinturón de seguridad
- Material Resistente
- Arnés de entrenamiento
- Instalación sencilla

4

“Inestabilidad e inseguridad de los pacientes al hacer la serie de movimientos en la escalera de 3 escalones”

La escalera consta de 3 escalones para hacer una serie de movimientos; con los dos pies apoyados en el piso se sube el primer escalón con el pie derecho, se sube el siguiente escalón con el pie izquierdo, en seguida se baja el tercer escalón con el pie derecho y se regresa al piso con el pie izquierdo, el paciente da media vuelta y repite los movimientos pero empezando con el pie izquierdo. La escalera que tienen actualmente es modular y tiene dimensiones cortas, los movimientos se hacen con inseguridad por el espacio restringido.



Requerimientos:

- Utilizar poco espacio de almacenamiento- La escalera deberá plegarse o ser modular para que al almacenarse no ocupe un espacio grande.
- Material resistente- El peso que debe resistir debe de ser de 100kg
- Material del pie de la escalera, antiderrapante- El estudio se realiza con las personas sin calzado.
- Dimensiones ergonómicamente correctas- el pie del escalón va de 30-35 cm
- Material ligero- Se va a mover de lugar para poder despejar los espacios correctamente.

## Metas Alcanzadas

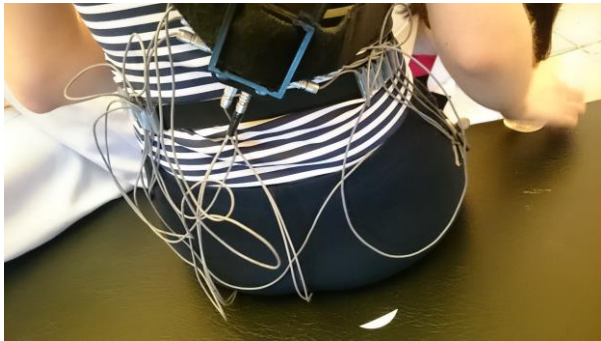
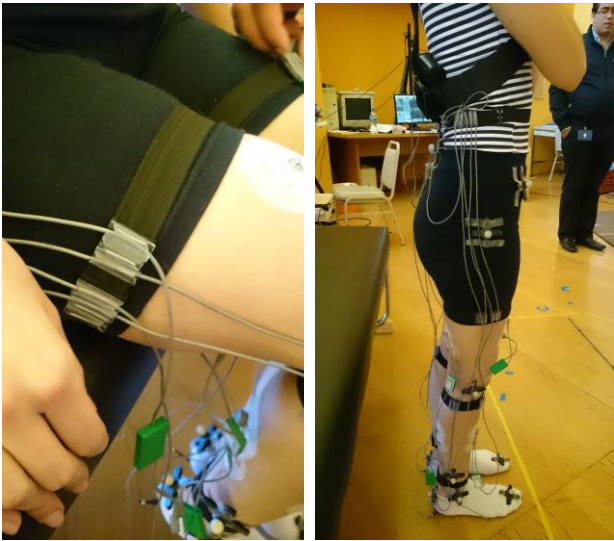
“Desorganización de cables y limitación de desplazamiento en el estudio de movimiento con sensores y alfombra sensible”

1



El producto consiste en un elástico, que se puede ajustar, va en las extremidades para administrar y ordenar los cables que salen de los sensores. Los cables pasan por un tubo circular flexible que permite el movimiento del paciente sin limitar alterar los resultados del estudio. La instalación es fácil y rápida pues utiliza velcro para asegurar su posición. Son dos series de cinturones para cada extremidad y uno para el dorso. Proceso de producción artesanal con aguja e hilo.





Parte superior e inferior de material de algodón, en cuatro tallas; extra chica, chica, mediana y grande. La parte superior tiene un acceso fácil para una rápida instalación, un talle corto para la colocación de sensores en la parte inferior del vientre y en la parte posterior un listón para dejar libre el área de las vertebrae. La parte inferior tiene un elástico y una extensión corta para no estorbar con la instalación de sensores. Proceso de producción con máquina de coser familiar y patronaje a mano.

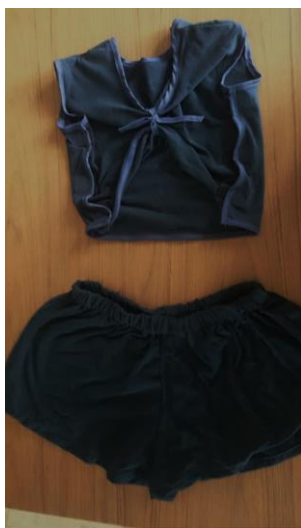
“Rediseño de asiento para kayak, para uso de personas con daño en la columna ”

3



“Falta de vestimenta optima para estudio de movimiento con silla de ruedas en pacientes con daño en espina vertebral”

2



El asiento se produjo con fibra de vidrio, primero con la fabricación de un molde negativo para posteriores asientos producidos en masa. El siguiente paso fue el asiento y la base del asiento para el anclaje al kayak. El respaldo esta fabricado con tubo cuadrado de acero y travesaños de tubo circular. Se incluyeron cinturones de seguridad para asegurar la estabilidad de las piernas del usuario. Y un arnés para sujetar el dorso mientras el paciente no tenga la fuerza suficiente para mantenerlo erguido.

4

“Inestabilidad e inseguridad de los pacientes al hacer la serie de movimientos en la escalera de 3 escalones”



La escalera consta de tres peldaños, la base es de madera de pino y los peraltes de triplay de pino. El peralte tiene una altura de 18, que es el mínimo para escaleras de servicio, y una huella de 35cm para poder tener un apoyo apropiado para la media de pacientes. En cada escalón inferior tiene un eje para que se puedan plegar y guardar en un menor espacio. Tiene una estructura muy resistente y ligera. Las huellas están forradas de plástico antiderrapante, lo que dará la seguridad de los usuarios para pisar sin temer.

## Resultados y conclusiones

Cada uno de los proyectos tenía requerimientos específicos para resolver el problema principal, a continuación se presentará una tabla en donde se calificarán la respuesta a cada requerimiento de cada uno de los objetos diseñados:

“Desorganización de cables y limitación de desplazamiento en el estudio de movimiento con sensores y alfombra sensible”

1

Requerimientos	Repuesta de Diseño	Calif.
Administre y ordene	Tubo circular flexible	8
Ajustable	Hebilla ajustable	9
Material Resistente	Elástico	8
Fácil instalación y retiro	Velcro	9

2

“Falta de vestimenta optima para estudio de movimiento con silla de ruedas en pacientes con daño en espina vertebral”

Requerimientos	Repuesta de Diseño	Calif.
Áreas de importancia despejadas-	Dimensiones y ajuste de espalda	9
Tallas y Dos piezas	Parte sup. e inf.	9
Fácil instalación	Velcro lateral	8
Lavable	Tela algodón	10

3

“Rediseño de asiento para kayak, para uso de pacientes con daño en la columna ”

Requerimientos	Repuesta de Diseño	Calif.
Mayor superficie de asiento	Asiento envolvente	8
Respaldo	Espuma y textil	9
Material Resistente	Fibra de vidrio	9
Cinturón de seguridad	Cinto y hebilla	9
Instalación sencilla	Tornillos	8

4

“Inestabilidad e inseguridad de los pacientes al hacer la serie de movimientos en la escalera de 3 escalones”

Requerimientos	Repuesta de Diseño	Calif.
Almacenamiento en espacio reducido	Plegable	9
Antiderrapante	Superficie de huella	9
Material Resistente	Madera	8
Ligero	Estructura delgada	9

El laboratorio de análisis de movimiento proporciona instrumentos y técnicas que apoyan tanto a médicos como pacientes para poder hacer estudios y rehabilitación, las actividades que se realizan son de suma importancia para tener buenos resultados, el poder involucrarse en este proceso es muy importante ya que puedes estar involucrado desde la observación de los problemas, desarrollo de diseño, fabricación y pruebas. Después de tener el prototipo del objeto es muy satisfactorio ver como en los proyectos mejoro el tiempo, productividad o la comodidad del paciente. Y los objetos de diseño son usados inmediatamente, porque son necesitados. Se recibe una retroalimentación muy importante de los Ingenieros que trabajan en el laboratorio. Por mi parte aprendí mucho no sólo del los proyectos relacionados con el movimiento, también de prótesis, órtesis y procesos de fabricación.

## Bibliografía y referencias

- [http://www.universomedico.com.mx/directorio-de-hospitales/privados/257-instituto\\_nacional\\_de\\_rehabilitacion.html](http://www.universomedico.com.mx/directorio-de-hospitales/privados/257-instituto_nacional_de_rehabilitacion.html)
- <http://www.inr.gob.mx/g20.htm>
- <https://www.gob.mx/salud/prensa/el-instituto-nacional-de-rehabilitacion-centro-dinamico-e-innovador>
- [http://www.paho.org/mex/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1134:presenta-el-centro-colaborador-del-instituto-nacional-de-rehabilitacion-su-trabajo-actual-y-planificado-a-la-representante-de-opsoms-en-mexico&Itemid=499](http://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=1134:presenta-el-centro-colaborador-del-instituto-nacional-de-rehabilitacion-su-trabajo-actual-y-planificado-a-la-representante-de-opsoms-en-mexico&Itemid=499)