

**Mtra. María de Jesús Gómez Cruz**

Directora de la División de Ciencias y Artes

para el Diseño UAM Xochimilco

## **INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL**

**Universidad Autónoma Metropolitana**

**Unidad Xochimilco**

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Periodo: **14 de mayo de 2015 al 16 de noviembre de 2015**

Proyecto: **Laboratorio de Pruebas y Simuladores  
de la Licenciatura en Diseño Industrial**

Clave: **094.14.9.2014**

Responsable del proyecto: **M.D.I. Berthana María Salas Domínguez**

**Domínguez Boer Jorge Abelardo**

Matrícula: **2112040661**

Licenciatura: **Diseño Industrial**

**División de Ciencias y Artes para el Diseño**

Tel: 5606 6967

Cel: 04455 5505 5219

Correo electrónico: [jorge.domboer@gmail.com](mailto:jorge.domboer@gmail.com)

## **I. INTRODUCCIÓN**

Una opción dentro de las alternativas para la realización del Servicio Social es el Laboratorio de Pruebas y Simuladores de la Licenciatura en Diseño Industrial, dirigido por la M.D.I. Berthana María Salas Domínguez. En el cual se realizan proyectos con una enorme responsabilidad en el desarrollo de alternativas que respondan a las problemáticas sociales para elevar la calidad de vida de la gente de escasos recursos que necesitan equipamiento médico o ayudas técnicas de bajo costo.

La condición de todo ser vivo para gozar de un absoluto bienestar físico, mental, así como social depende del grado de salud con el que se cuente. Sin embargo, en México muchas personas se han visto afectadas metabólicamente y físicamente debido a problemas genéticos y/o nutricionales, una de las consecuencias es la talla baja en niños.

La talla baja se puede presentar como una cuestión solamente morfológica o debido a causas patológicas como es la acondroplasia o algún tipo de síndrome, la movilidad de las personas con talla baja no es la misma que la de una persona de tamaño estándar. Necesitan apoyo de otras personas y de ayudas técnicas para poder trasladarse como son bastones, muletas e incluso, sillas de ruedas para poder trasladarse. Para prevenir esta situación, la mayoría debe de realizar terapia física, ya que al poco movimiento que realizan, sus huesos, músculos así como sus órganos se atrofian, dejando de funcionar de forma paulatina.

Para la realización del servicio social se trabajó con Catalina Gaspar, que padece del Síndrome de Morquio, una patología asociada a la talla baja, la cual, es un desorden de almacenamiento también conocido como mucopolysaccharidosis IV (MPS IV). El nombre Morquio viene del pediatra Dr. Morquio de Montevideo, Uruguay quien en 1929 describió una familia con cuatro niños afectados por la misma condición.

El Síndrome de Morquio se caracteriza por estatura baja, enfermedad severa en los huesos, el abdomen se sale debido a la postura, los músculos se vuelven débiles. Con frecuencia el contenido del estómago empuja detrás de un punto o en la pared abdominal. Esto es llamado hernia. Las hernias pueden formarse detrás del ombligo (hernia umbilical)

o en la ingle. Las hernias de la ingle deben ser reparadas con una operación y pueden reocurrir. Las hernias umbilicales no son tratadas usualmente a menos que sean pequeñas y causan el cierre del intestino o son muy grandes provocando problemas más serios. Es común tener recurrencia de una hernia umbilical después de que esta ha sido tratada<sup>1</sup>.

Las personas con MPS IV tienden a tener problemas significativos en el crecimiento y la formación de huesos. El problema de huesos en MPS IV es diferente al visto en otros desordenes de MPS. Las características clínicas de MPS IV están relacionadas con los huesos y su efecto en el sistema nervioso, ya que, si los nervios están comprimidos por un hueso, el movimiento se vuelve anormal.

Los huesos de la espina dorsal (vértebra) normalmente están alineados con el cuello y los glúteos. En individuos con MPS IV. La espina tiende a ser severamente afectada y los huesos o vértebras son anormalmente aplanados. Generalmente las vértebras están mal formadas porque no interactúan bien entre ellas. Si esto ocurre, las vértebras pueden comprimir la espina dorsal.

Las rodillas de la mayoría de los individuos MPS IV crecen anormalmente y desarrollan rodillas dobladas (genu valgum). Es posible que las piernas sean corregidas con una operación pero es mejor esperar hasta que el niño deje de crecer. Cualquier operación que se haga antes en edad muy temprana ha dado resultados muy poco satisfactorios debido a que las piernas regresan a su posición torcida. Los tobillos pueden quedar débiles y se doblan hacia adentro con MPS IV.

El uso de botas especiales o tablillas es la opción más recurrida, sin embargo la mayoría de las veces el uso de zapatos adecuados es suficiente.

Los huesos que componen los arcos de los pies son mantenidos en sus ligamentos y tendones. Estos tienden a debilitarse resultando en pie plano, causando al mismo tiempo que los dedos de los pies se deformen.

---

<sup>1</sup> National MPS Society. *Guía para entender el síndrome de morquio*. Acceso 03 de febrero de 2016. [http://mpssociety.org/wp-content/uploads/2011/07/MPS\\_IV\\_Morquio\\_Spanish2006.pdf](http://mpssociety.org/wp-content/uploads/2011/07/MPS_IV_Morquio_Spanish2006.pdf)

Otra problemática es que los hombros se dislocan con frecuencia para abajo haciendo que la persona no pueda subir sus brazos más arriba de su cabeza. Esto raramente ocasiona incomodidad. Las articulaciones comúnmente se rigidizan y el rango de movimientos se ve limitado.

Todo lo anterior es un mapeo de las dificultades que presenta una persona con Síndrome de Morquio, pero, ¿qué causa estos desordenes?

Mucopolysaccharides, glycosaminoglycans o GAG es una cadena larga de moléculas de azúcar utilizados para la formación de los huesos, cartílagos, piel, tendones y muchos otros tejidos en el cuerpo. Estos forman parte de la estructura en el cuerpo y también proveen de esas características especiales que hacen que el cuerpo funcione adecuadamente.

Es importante entender que en el curso de una vida normal existe un proceso continuo de formación de nuevos mucopolysaccharides que sustituyen las existentes, es decir, es un proceso de reciclaje. Este proceso continuo es necesario para mantener el cuerpo saludable. Los procesos de descomposición químicos y reciclaje requieren una serie de herramientas bioquímicas llamadas enzimas. Para poder descomponer la cadena GAG, se necesita una serie de enzimas o herramientas trabajando en secuencia una detrás de la otra. La cadena de GAG se rompe al remover una molécula de azúcar mientras otra se forma al mismo tiempo al final de la cadena. Cada enzima tiene en este proceso un propósito específico en el cuerpo con una acción muy especial.

Las personas que tienen el Síndrome de Morquio son personas que no tienen alguna de las dos enzimas específicas, las cuales son esenciales para la descomposición de uno de las cadenas de GAG llamados sulfato keratan. El sulfato keraton que no ha podido descomponerse totalmente se queda almacenado dentro de las células en el cuerpo y comienza a aumentar causando daño progresivo. El GAG por sí mismo no es tóxico pero la cantidad de éste y el efecto de almacenarlo por tanto tiempo dentro del cuerpo llevan a los problemas físicos recurrentes.

Por todo lo anterior y por la dificultad que presentan este tipo de personas, decidí participar en este proyecto, con el objetivo de poder apoyar en el desarrollo de aparatos de rehabilitación.

## **II. OBJETIVOS GENERALES**

- Diseñar y fabricar un aparato de rehabilitación para personas de talla baja, ya que no existe este tipo de productos en el mercado.
- Apoyar en el diseño y construcción de equipos personalizados para la rehabilitación de personas de talla baja ayudando a mejorar su movilidad, fuerza y elasticidad.
- Emplear la mayor cantidad de materiales que ya se consideran desperdicio para darles un mejor fin y bajar costos de producción.
- Adaptar y ajustar productos existentes para las personas de talla baja.

## **III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Fabricar un aparato que ayude en la rehabilitación de Catalina Gaspar.
- Ajustar y habilitar las muletas que usaba Catalina, ya que eran muletas comerciales de niño que le afectaba en hombro y muñeca.
- Adaptar los posa pies de su silla de ruedas mediante la toma de sus medidas antropométricas.

## **IV. METODOLOGÍA UTILIZADA**

Mediante la toma de medidas antropométricas, el estudio de los movimientos y posturas de Catalina Gaspar quien es el usuario directo del producto, se pudo adaptar y ajustar las muletas, la silla de ruedas, así como, diseñar y fabricar del aparato de ejercicio y rehabilitación.

Todo lo anterior se realizó considerando las opiniones de ella y sus familiares que la apoyan día a día. Y de esta forma se pudo observar la interacción con el producto y comprobar la funcionalidad del mismo.

## **V. ACTIVIDADES REALIZADAS**

El primer proyecto a realizar fue la adaptación de sus muletas que eran comerciales tamaño infantil. Siendo que aún eran la medida más pequeña le ocasionaban dolor y molestia en hombro y muñeca, y ya que por el Síndrome de Morquio que padece, este desajuste de las muletas atrofiaban con mayor facilidad los huesos y músculos acelerando su inmovilidad.

Tomadas las medidas de longitud de brazo, ángulo de agarre en mano/muñeca se llevaron las muletas al taller de metalmecánica donde se perforaron los postes de las muletas para ajustar la longitud y ángulo que requerido para su mejor agarre y postura en hombro disminuyendo con esto su dolor.

En cuanto a la silla de rueda, el problema que presentaba era que sus pies quedaban al aire ocasionando un dolor en rodillas por no existir un apoyo adecuado.

Se recortaron los soportes telescópicos tubulares del apoyo de los posa pies, lo que ocasionó que se tuvieran que reajustar las perforaciones donde se ajusta la altura por medio de pernos dando como resultado un apoyo completo de los pies ayudando a las rodillas a no cargar el peso de las piernas por estar al aire.

Para el aparato de rehabilitación se comenzó a ver las necesidades y requerimientos que necesitaba para realizar sus ejercicios, los cuales no los podía realizar porque además de que asistía a un centro de rehabilitación, los equipos no eran los apropiados para su talla y movilidad, donde finalmente le negaron el servicio. Además, comentaba que no sentía mejoría por el esfuerzo extra que tenía que realizar para utilizar los aparatos.

Por lo anterior, nos pidió que diseñáramos y fabricáramos un aparato para que lograría realizar sus ejercicios de forma correcta. Los ejercicios que debe de realizar son movimientos de brazos con diferentes pesos y en diferentes posiciones, como por ejemplo sentada y acostada. También necesita ejercitar sus piernas ya sea desde su silla de ruedas, una silla independiente o desde su cama.

Como siguiente actividad fue proponerle diferentes alternativas por medio de bocetos, describiéndole los ejercicios que podía realizar en cada una de las propuestas. Evaluando

las alternativas con su familia y nuestro equipo de trabajo para elegir la alternativa más adecuada.

Teniendo la alternativa elegida, se procedió a tomar las medidas antropométricas y movimientos que debe realizar para fortalecer y ejercitar sus músculos así como mejorar su elasticidad. Estos movimientos deben ser ejercicios de barra (press frontal, jalón de barra al pecho, remo, pull over con polea alta), y de liga (cruce de poleas), para fortalecer brazo y pedaleo para ejercitar pierna. Para que el equipo pueda adaptarse a los espacios de su casa y muebles, se tomaron medidas para que interactúe en cualquier espacio y/o mueble de su casa.

Para la construcción, el equipo de trabajo se dio a la búsqueda de materiales de desecho para adaptarlos al diseño antes escogido. Encontrándose pedacería de tubular cuadrado de 1 pulgada, mismo que se ocupó para el cuerpo del ejercitador, también se utilizó un cuadro de bicicleta que se encontraba en mal estado, del cual se obtuvo la masa de los pedales y el tubular redondo que se utilizó para formar la barra. Por otra parte, se encontró barra redonda 1/4 de pulgada para el eslabón de la barra y el soporte de las poleas intermedias.

Dentro del taller de pailería se dobló hacia afuera el tubo cuadrado para conformar la base y de esta forma lograra entrar con mayor facilidad la silla de ruedas. Otro doblés que se realizó fue en el tubular redondo para formar la barra, después de esto, se hicieron los cortes respectivos para posteriormente soldar y construir el cuerpo del equipo junto con la base para los pedales y la barra para hacer los ejercicios press frontal, jalón de barra al pecho, remo, pull over con polea alta y así poder ejercitar bicep, tricep, hombro y pecho.

También se trabajó en pailería para la formación de agarraderas independientes para cada una de las manos para hacer los ejercicios cruzados y ejercitar espalda. Formadas con barra redonda y pedazos de tubular redondo para un buen agarre con la mano.

Se hicieron soportes para los pies para que también pudiera hacer ejercicio con peso con las piernas ejercitando abductores, glúteos y deltoides los cuales se formaron con elástico de una pulgada y se cosieron para que no molestara al colocárselos en los pies.

Ya teniendo lo anterior se procedió a instalar las poleas por donde corre el cable de acero forrado con plástico e instalar el mismo y mediante perros para cable se sujetaron los seguros en las terminaciones del mismo cable para poder hacer las conexiones para los diferentes tipos de ejercicio y accesorios.

## **VI. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS**

La adaptación de las muletas fue un éxito ya que cuando se las entregamos quedo muy conforme ya que su postura cambio, los hombros le dejaron de doler y la posición de las brazos y manos fue la óptima por lo que cuando se las entregamos a Catalina se vio que ya estaba más descansada y ella quedó muy contenta.

El ajuste de la silla de ruedas que se hizo en los posa pies fue porque los pies no se alcanzaban a apoyar, causándole dolor en las rodillas, por lo que se le hizo un recorte para que los pies descansaran adecuadamente sobre los posa pies y evitar el dolor de las rodillas lo que se comprobó cuando se la entregamos a Catalina.

En cuanto al aparato de ejercicio, Catalina nos encargó un equipo con el cual pudiera hacer ejercicios debido a que ya se le estaban atrofiando los músculos. Por lo que nos dimos a la tarea de investigar qué tipo de ejercicios eran los que podía realizar y que limitaciones tenía para así poder empezar a diseñar el aparato de ejercicio para que pudiera realizar todos los ejercicios que necesitaba.

Se logró obtener un diseño adecuado para Catalina y utilizando algunos materiales de deshecho que pudiesen servir para su construcción y otros comprados. Todo se realizó dentro de los talleres de la UAM. Armado el ejercitador se probó con el usuario, se hicieron algunas adecuaciones finales, logrando que Catalina se sintiera satisfecha con el objeto de diseño.



## **VII. RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

La realización de las adecuaciones, del diseño y construcción de los productos se llevaron a cabo con el mejor empeño, calidad y profesionalismo que se obtuvo con los proyectos confeccionados a lo largo de la carrera. A demás, por ser productos especiales, adaptados a personas con características específicas, el reto fue aún mayor porque se tenía que contar con la máxima atención a todos los detalles para evitar que las lesiones y molestias propias del usuario se vieran afectadas y en vez de generar una mejoría produjera un retroceso en su rehabilitación.

La adaptación de las muletas y el ajuste en los posa pies en la silla de ruedas resultaron hasta cierto punto fácil ya que los productos estaban ya fabricados y solo se habilitaron para al usuario, sin embargo, el desafío contaba en una correcta relación entre los elementos modificados y las medidas antropométricas del usuario.

Por otro lado, para el proyecto del ejercitador se partió desde cero, es decir, se tuvieron que estudiar los movimientos de Catalina y realizar ejercicios de antropometría y pláticas con doctores en rehabilitación para lograr empezar a desarrollar ideas a través de bocetos, elegir la alternativa más viable y comenzar a desarrollar el producto con la mayor utilización de materiales de reuso para obtener un producto económico y más asequible para los usuarios.

La etapa de pruebas arrojaron algunas observaciones como por ejemplo el eje de los pedales deben ser un poco más angostos a los utilizados que fueron obtenidos de una bicicleta infantil, lo que esto significaría que se tendrían que fabricar a medidas especiales lo que generaría un aumento en el precio del producto ya que, para mantener el precio se debe maquilar una cantidad considerable de ejercitadores.

Otra observación es la necesidad de colocar correas que sujeten los pies cuando se trabaje con los pedales para que no se resbale o se caiga el pie si el usuario se llega a cansar o perder el ritmo al estar haciendo el ejercicio. Con esto se puede descansar un poco y continuar con el ejercicio sin la necesidad de volver a buscar la ubicación de los pedales.

Estas observaciones se tomaron en cuenta y se modificaron para finalmente entregar un producto donde se observó que realmente si podía hacer los ejercicios que necesitaba hacer por lo que quedó muy satisfecha y contenta.

Además de la satisfacción de Catalina, por la situación de salud en la que se encuentra, el aparato de ejercicio se probó en presencia del médico especialista con el que Catalina acude, el cual aprobó su utilización en el trabajo de rehabilitación.

Finalmente, el equipo está diseñado y cumple con las características de calidad necesarias permitiendo su instalación, operación, limpieza, mantenimiento sin mayor problema.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Debido a que la mayoría de aparatos están dirigidos a personas de talla estándar, es necesario realizar adaptaciones para evitar lesiones mayores, por lo tanto, se debería explorar más este campo ya que existe gran cantidad de personas con este síndrome.

Es importante que las personas que tienen algún tipo de distrofia muscular realicen terapias con el equipo adecuado para que no les repercuta en su salud.

No necesariamente se debe ser un experto para utilizarlos, pero si es muy importante conocer su mecánica y su funcionamiento además de tus propias limitaciones.

El material con el que está fabricado el ejercitador es resistente, por lo que se recomienda utilizarlo sin miedo a que se doble o rompa.

Debido a que se midieron los espacios de la casa del usuario, el tamaño del ejercitador es adecuado para ser utilizado donde se desee.

Se debe de recordar que se puede sacar mayor provecho porque el ejercitador tiene un entrenamiento completo que puede hacer trabajar distintos músculos y no solo se concentra en un área específica del cuerpo.

## **IX. BIBLIOGRAFÍA**

National MPS Society- Support for families. Research for a Cure. Guía para Entender el Síndrome de Morquio. p.p. 1 - 11.

Richard M Pauli, M.D, PhD. Síndrome de Morquio – Historia Natural. Clínicas Regionales de Displasias Óseas de la Región Norcentral de Estados Unidos de América.

<http://who.int/suggestions/faq/es/>

<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx?tema=p>

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1665-11462012000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1665-11462012000100007)

<http://www.lpaonline.org>

<http://www.taringa.net/posts/info/8510017/Gigantismo-y-Enanismo.html>

<http://iratxepikaza.com/2011/08/02/opes-reserva-para-personas-con-discapacidad>

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75262005000600009](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75262005000600009)

<http://infogen.org.mx/mps-iv-o-sindrome-de-morquio/>

<http://fesoce.org/index.php/etiologias/43-enfermedad-morquio.html>

<http://med.javeriana.edu.co/publi/vniversitas/serial/v48n2/morquio.pdf>

<http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v47n3/art08.pdf>

[http://www.swissinfo.ch/spa/un-nuevo-enfoque-para-las-enfermedades-raras/29579114?ns\\_mchannel=ps&ns\\_campaign=DSA\\_tar&ns\\_source=adw&ns\\_linkname=\\_cat%3Aswissinfo.ch&gclid=CI3E0srj38oCFYU-aQodzFQO3A](http://www.swissinfo.ch/spa/un-nuevo-enfoque-para-las-enfermedades-raras/29579114?ns_mchannel=ps&ns_campaign=DSA_tar&ns_source=adw&ns_linkname=_cat%3Aswissinfo.ch&gclid=CI3E0srj38oCFYU-aQodzFQO3A)

[http://mpssociety.org/wp-content/uploads/2011/07/MPS\\_IV\\_Morquio\\_Spanish2006.pdf](http://mpssociety.org/wp-content/uploads/2011/07/MPS_IV_Morquio_Spanish2006.pdf)

[http://www.mpsesp.org/portal1/images/content/Guia\\_Morquio.pdf](http://www.mpsesp.org/portal1/images/content/Guia_Morquio.pdf)

[http://www.lpaonline.org/assets/documents/NH\\_Spanish\\_Morquio\\_syndrome\\_final\\_y\\_revisado-ESP.pdf](http://www.lpaonline.org/assets/documents/NH_Spanish_Morquio_syndrome_final_y_revisado-ESP.pdf)

## ANEXOS

### RELACIÓN FOTOGRÁFICA

#### Proyecto. Adaptación de posa pies



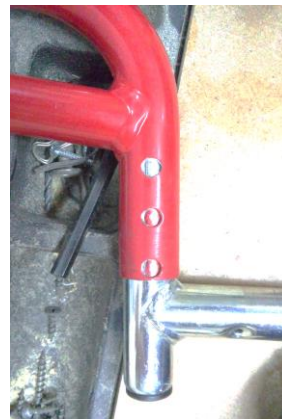
Posa pie izquierdo tamaño original contra posa pie derecho ajustado



Marca y corte de tubo telescópico para reajustar altura



Tubo telescópico cortado contra original



Una vez cortado el tubo se marca por donde pasará el perno para hacer las nuevas perforaciones



Posa pies terminados



Colocación de posa pies en silla de ruedas

## Proyecto. Ajuste de muletas



La posición de la empuñadura se encuentra alta por lo que el codo y el hombro se flexionan de más



La muñeca se gira, no tiene un agarre natural



El ajuste de la empuñadura genera que el brazo y hombro se relaje más



La empuñadura se colocó en diagonal para que la muñeca se mantenga recta





## Proyecto. Diseño y fabricación de aparato de rehabilitación



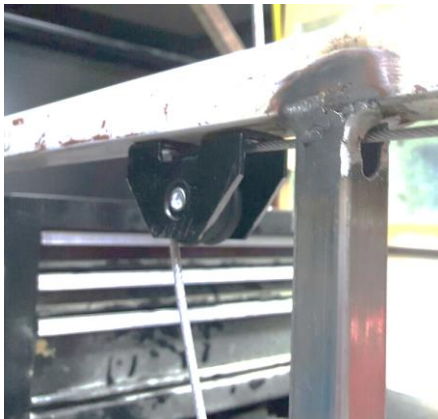
Bocetos del diseño



Medidas de los movimientos y extensiones en las posiciones que se realizarán los ejercicios



Cortes, soldado y esmerilado del cuerpo de ejercitador



Colocación de poleas para el paso del cable tensor



Fabricación y ensamble del poste para pedales



Ajustadores para la altura en poste central



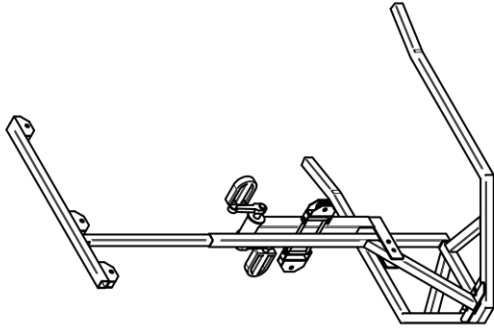


Pintado

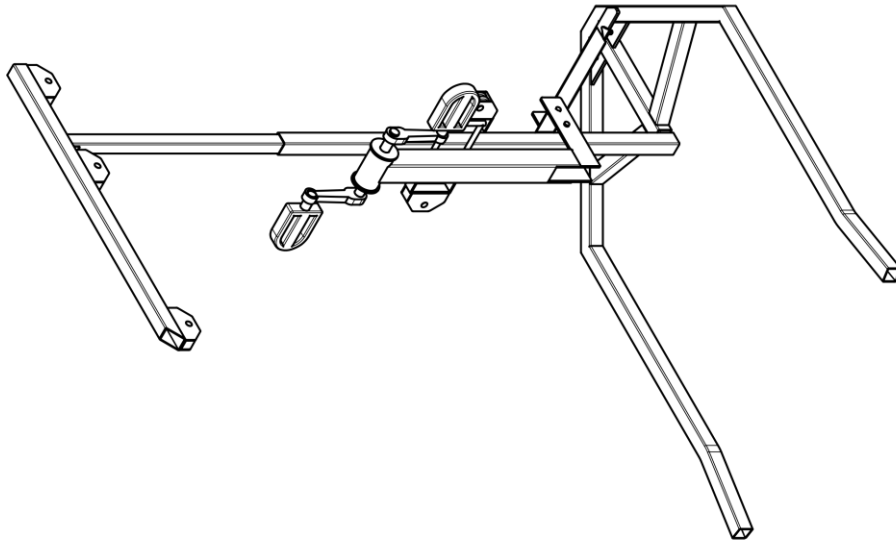


Pruebas con Catalina Gaspar

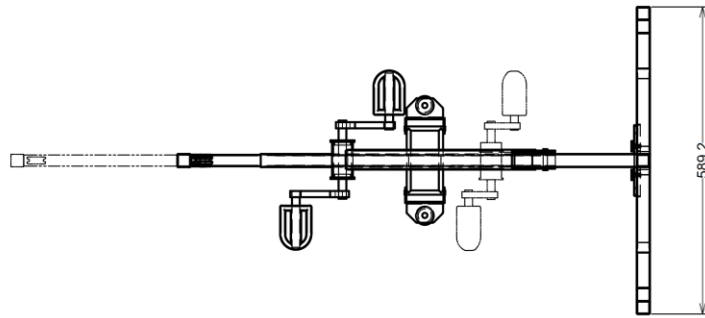
# PLANOS GENERALES



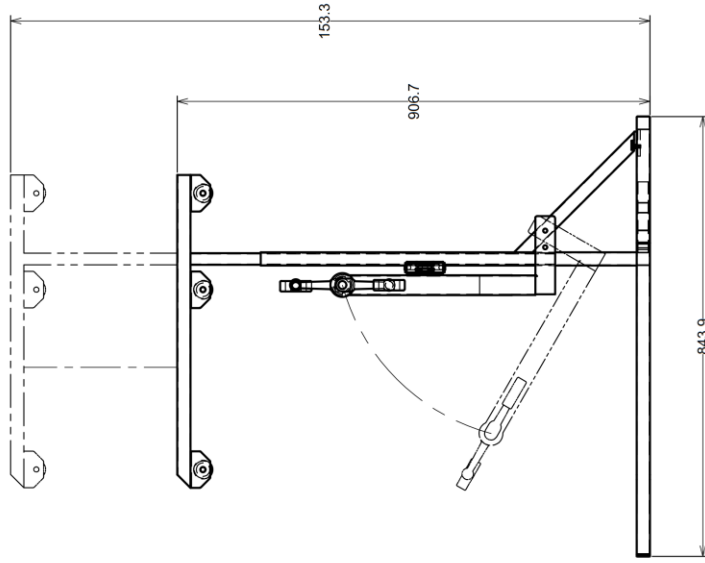
Vista posterior





		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	
		UNIDAD XOCHIMILCO	
Casa abierta al tiempo DIBUJO: Domínguez Boer, Jorge Abelardo DOMÍNGUEZ BOER, JORGE ABELARDO M.D.I. Salas Domínguez Berthana		EJERCITADOR	
		ISOMÉTRICO	
ESC: B		LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	
		SERVICIO SOCIAL	
No. PLANO:	FECHA:	No. PLANO:	PF - EJE - 1 DE 14



Vista frontal



Vista lateral derecha

 Casa abierta al tiempo		UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA	
		UNIDAD XOCHIMILCO	
EJERCITADOR		LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL	
VISTA GENERAL		12vo. TRIMESTRE	
B		ACOT.	mm.
		ESCALA	1:8
PABLO DOMÍNGUEZ BOER, Jorge Abelardo ASESOR RODRÍGUEZ MALLARES, Julián M.D.I. SALAS DOMÍNGUEZ, Berthana		FECHA	Diciembre 10/2015
		Nº PLANO	PF-EJE-2 DE 14