



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

PROYECTO DE EXTENSIÓN

Da la vuelta

Autores:

Agustín Frioni

Paula Herou

Franco Lagrega

Camilo Rivadavia

Índice

1. Presentación	2
¿Quiénes somos?	2
¿Qué es DaLaVuelta?	2
Discapacidad	2
2. Introducción	3
Situación problema	3
¿Qué es un acople para una silla de ruedas?	3
3. Decisiones generales del diseño	3
4. Visitas	4
5. Diseño	5
5.1 Modificación en la rueda	5
5.2 Freno	5
5.3 Anclaje entre el acople y la silla	8
5.4 Mecanismo de anclaje: acople-horquilla	11
6. Conclusiones	12
Pasos a seguir	13

1. Presentación

¿Quiénes somos?

Somos un grupo interdisciplinario de estudiantes y profesionales de diversas áreas que se propuso mejorar un acople de silla de ruedas ya existente. El objetivo principal es buscar la autonomía y comodidad del usuario al momento de utilizar el acople y minimizar el esfuerzo que esto conlleva.

El trabajo se realiza en el marco de extensión universitaria con una carga horaria de tres horas semanales. Se basó en reuniones grupales para debates y puestas en común, visitas a grupos de interés para intercambio, instancias de búsqueda de información y diseño.

¿Qué es DaLaVuelta?

Un Espacio de Formación Integral interdisciplinario que aborda la inclusión social de personas en situación de discapacidad motriz, considerando específicamente las dificultades en la movilidad tanto dentro como fuera del hogar, generando ayudas técnicas que la faciliten y/o mejoren.

Discapacidad

“Es la situación de carencia de alguna capacidad física, sensorial o psíquica de la persona, que limita o impide su participación plena e igualitaria en la sociedad o el ejercicio efectivo de sus derechos.”

En muchas ocasiones lo que limita o impide la participación plena e igualitaria, son las barreras que existen tanto en las sociedades como en los lugares físicos donde estas personas viven. El propósito de este proyecto es poder brindar una herramienta accesible que permita reducir la cantidad de barreras que existirían si no se usará.”¹

¹ Extraído de ANEXO 1 Informe final - Bicimanos (publicable)

2. Introducción

Situación problema

Desde un principio, el motivo base por el cual surge el módulo extensión, era la idea de poder brindar una solución práctica, económica y simple, para poder mejorar la movilidad de una persona en situación de silla de ruedas.

Antoni es la persona la cual se encuentra en una situación de discapacidad. Él tiene una lesión cervical a nivel de c6. Eso implica que se vean afectados sus miembros inferiores y tronco, así como también parte de sus miembros superiores. En miembros superiores tiene afectados la flexión y extensión de los dedos, así como también la movilidad de ambos miembros superiores.

Previamente contaba con un acople, fabricado por un ciclista de su barrio. Este acople, le solucionaba en gran parte su movilidad del día a día, aunque con algunas falencias. Algunas de estas, debidas a la falta de motricidad fina de Antoni, lo cual le resultaba en un problema para lograr la utilización del acople de manera totalmente independiente. Por lo tanto, se retoma desde el punto inicial teniendo en cuenta estas situaciones del usuario.

¿Qué es un acople para una silla de ruedas?

Un acople es un dispositivo removible, el cual permite transformar la silla de ruedas en un triciclo. Básicamente hay dos tipos, uno con pedaleo (HandBike) y otro puramente eléctrico. Son utilizados para trasladarse de una manera más cómoda.

El acople permite un incremento en la velocidad de movilización de la persona, lo cual al ser usuario de silla de ruedas, es un punto que siempre se ve afectado.

3. Decisiones generales del diseño

Luego de realizadas las visitas e interiorizado el problema, se llegó a la conclusión de que los siguientes criterios son indispensables:

- Mantener parcialmente el acople original en caso de que alguna modificación no llegase a cumplir el plazo establecido o servido para el fin planeado.
- Independencia a la hora de acoplarse
- Electrificar el movimiento
- Diseñar y montar un freno
- Control accesible del encendido/apagado
- Facilidad y rapidez de los enganches

4. Visitas

1. 11/08. Primera visita en la UTU de San José para conocer el equipo de trabajo de estudiantes de Mecatrónica y al usuario con su actual acople y su círculo familiar (que vinieron desde Maldonado).
2. 13/10. Se presentan los avances de los diferentes grupos y avanzar en el mismo acople con la mirada de todos y la opinión del usuario.
3. 01/12. Visita con objetivo de entregar el acople al usuario dando un cierre al programa de este año. Para esto nos presentamos en la UTU donde los estudiantes nos mostraron sus avances:
 - Motor colocado en su base
 - Freno y su funcionamiento Junto a ello, se explicaron los nuevos arreglos y funcionamiento del nuevo acople del usuario.

Principales conclusiones de cada visita:

1. El usuario nos presentó sus limitaciones a la hora de acoplarse y andar, estas mismas las agregamos a las tareas a realizar, junto al motorizado del acople.
2. Debido a cambios de docentes, trabajaron en otros tiempos debido a eso. Nos presentaron la nueva horquilla fabricada, la cual pasó de ser curva a tener una forma recta con amortiguador. Junto a este cambio, se vio que la horquilla nueva quedaba larga respecto a la original por lo que se decidió cancelar la amortiguación. Se mandó a comprar un trabuco nuevo para usar la pedalera original. Si se optaba por la otra opción había que cambiar todo el acople (no viable).
3. Al momento de dar pedal se notó que las alturas habían cambiado desde que se probó por primera vez. También se probó el acople motorizado, y se destacó que no era gradual la potencia entregada por el motor, generando que la rueda delantera derrape al empezar a andar. Esto fue un problema para controlar el acople. Se ajustará la cadena junto al agregado de un freno eléctrico, ya que el freno mecánico resultó ser demasiado duro para frenar.

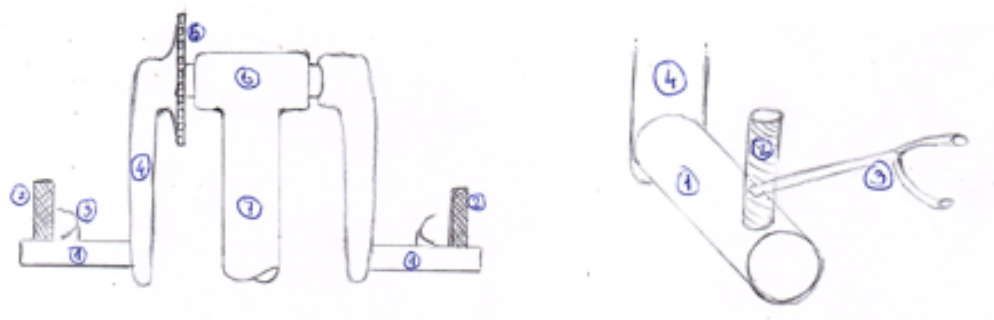
5. Diseño

5.1 Modificación en la rueda

Al electrificar el acople, lo primero que se tuvo que cambiar fue la rueda. Originalmente, esta funcionaba como responsable del movimiento y del frenado. Esto se logró ya que el eje de la rueda tenía una maza que funcionaba con sistema de frenado contrapedal, por lo tanto el usuario pedalea de forma que el movimiento de los pedales hacía adelante hace que avance. En caso de querer frenar, los pedales hacía atrás con la posibilidad de tener un punto muerto si dejaba de pedalear. El sistema es ideal para un acople como este, porque al usuario se le hacía sumamente fácil hacer estos movimientos, pero el problema surge al colocar el motor eléctrico, debido a que la maza no podía usarse porque en ese lugar va el motor, lo que llevó a pensar otra forma de frenado. Además, se tuvo que cambiar los rayos de la rueda con el motor, es decir el rodado, porque este ocupa más espacio radialmente desde el eje que la maza original. El rodado inicial era de 26", se cambió a 20", el cual era el de la rueda original.

5.2 Freno

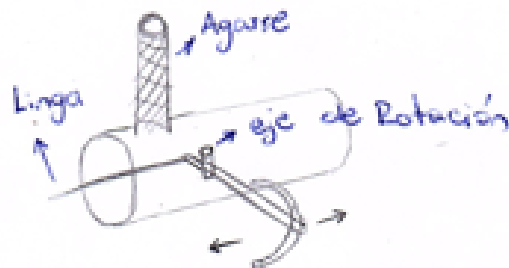
Para facilitar las explicaciones de diseño, se muestra a continuación una bosquejo del mecanismo de movilidad del acople original:



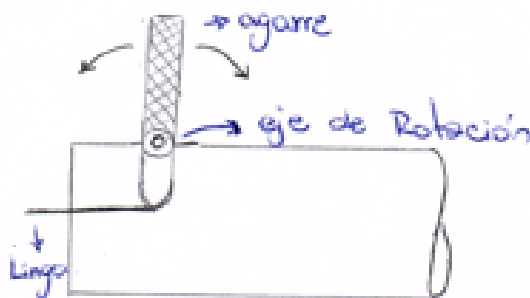
1°	Pieza que une el agarre de movilidad del usuario con la biela
2°	Agarre del usuario
3°	Soporte, donde el usuario descansa el brazo al pedalear
4°	Biela
5°	Disco dentado, conecta mediante una cadena con la rueda
6°	Soporte principal del eje de movimiento
7°	Parte superior de la horquilla

Luego de la primera visita, nos dispusimos a trabajar en el freno, considerando que era indispensable, ya que el que disponía no iba a funcionar más debido a los cambios que sufrió la rueda por la puesta del motor.

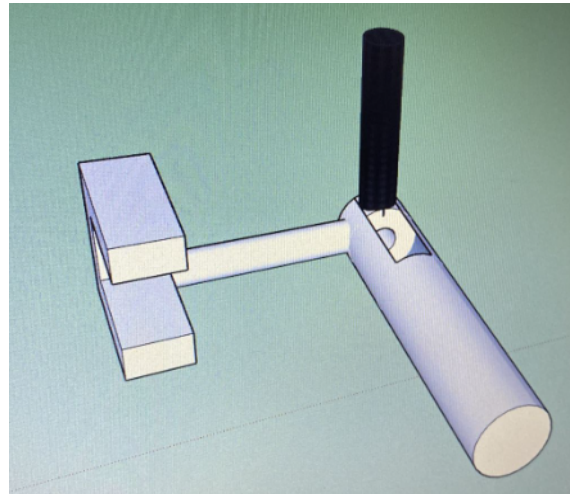
Como primera idea, se discutió la posibilidad de colocar un freno que el usuario pudiese accionar con el antebrazo, modificando uno de los soportes (3°), que el acople original tiene con el fin de reposar los brazos cuando se pedalea. Éste consiste en que dichos soportes se mueven con respecto a un eje, dejando posterior al mismo una suerte de palanca que mueve la linga que acciona el freno de disco colocado en la rueda. Dicho sistema no pasó de ser una idea debido a que, nuestro usuario, para poder mantener sus manos fijas a los agarres (4°) que proponen el movimiento, se envuelve la mano con cintas y vendas, entonces al accionar este freno con el antebrazo pone un movimiento antinatural en la muñeca, pudiendo generar problemas en los tendones de esa zona. Se muestra un esquema a continuación.



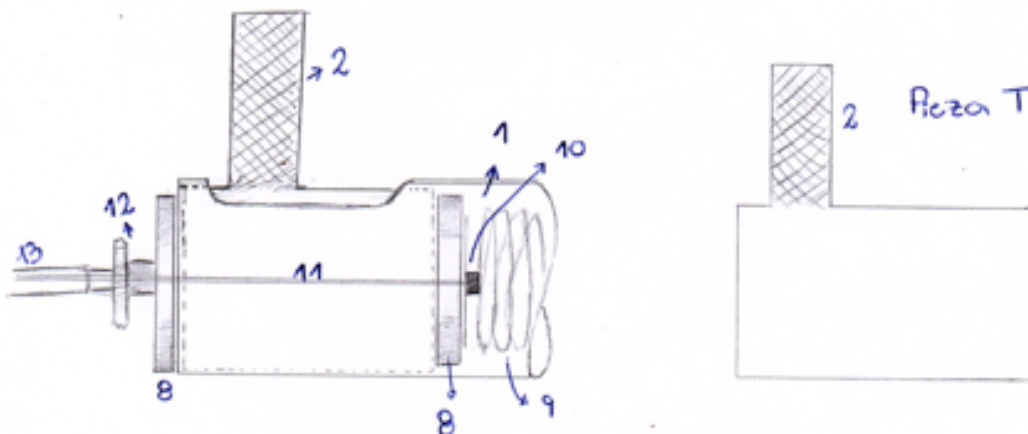
Al descartar la idea anterior, se ideó un sistema similar al anterior. Éste consiste en el mismo accionar mecánico pero, en lugar de utilizar un soporte (3°), el accionar sería uno de los agarres (4°). Para frenar con éste, el usuario debe rotar el antebrazo con respecto al codo, similar a un pestillo de una puerta en posición vertical. Por ende mantendremos los soportes de los antebrazos fijos y se movería el agarre. Aquí surgieron varios problemas, además que éste también es un movimiento antinatural, se suma que al ser un agarre el que proporciona el frenado, el eje en cual éste debía girar para mover la linga y la pieza que une todo con la biela (1°), debían aguantar el trabajo, desgaste y fatiga que se generaría en esa zona por ser donde el usuario utiliza su fuerza para mover el el acople y la silla. Éstos factores, como alguno estético, nos llevaron a decidimos por el siguiente. Se puede apreciar lo explicado en la siguiente imagen.



Considerando los problemas que surgieron anteriormente, se ideó una sistema distinto. Teniendo en cuenta la movilidad cómoda y sin riesgo de lesión, surgió el diseño de un mecanismo que, en lugar de rotación, funcione aplicando fuerza con la totalidad del brazo. Éste consiste en una especie de cerrojo que, como parte principal, usa la pieza que conecta el agarre con la biela (1°), y se modifica el agarre (2°) de manera que esté unido en forma de T con una tubo de menor diámetro que la pieza 1°, con el fin de que el agarre pueda moverse de forma longitudinal a través de la pieza 1°. Se muestra una ilustración a continuación.



Luego de tener ambas piezas, se coloca en el interior de la pieza 1° un resorte que proporciona la fuerza suficiente para devolver el agarre a la posición original después de ser accionado. El freno de disco es accionado por una linga que entrará por el exterior de la pieza 1°, pasará por dentro del tubo conectado al agarre y llega hasta el final de este, donde se dejará fijo con ayuda de unas arandelas y de un ruleman. En la parte exterior de la pieza 1° se coloca otro ruleman que permitirá que la vaina y la linga no se tornen al pedalear. Para que todo esto pueda moverse se le realiza a la pieza 1° una ranura por donde se moverá el agarre 2°. Todo se muestra en el esquema a continuación.



8°	Rulemanes
9°	Resorte
10°	Arandela y enganche de la linga
11°	Linga
12°	Conector de la vaina con el ruleman
13°	Vaina

Resumiendo, para que nuestro usuario pueda frenar lo que debe hacer es mover el agarre hacia la biela, esto genera que la linga se mueva por dentro de la vaina y accione el freno; al dejar de accionarlo, gracias al resorte de torsión de la pinza de freno y el incorporado dentro de la pieza 1°, el agarre vuelve a su posición original.

5.3 Anclaje entre el acople y la silla

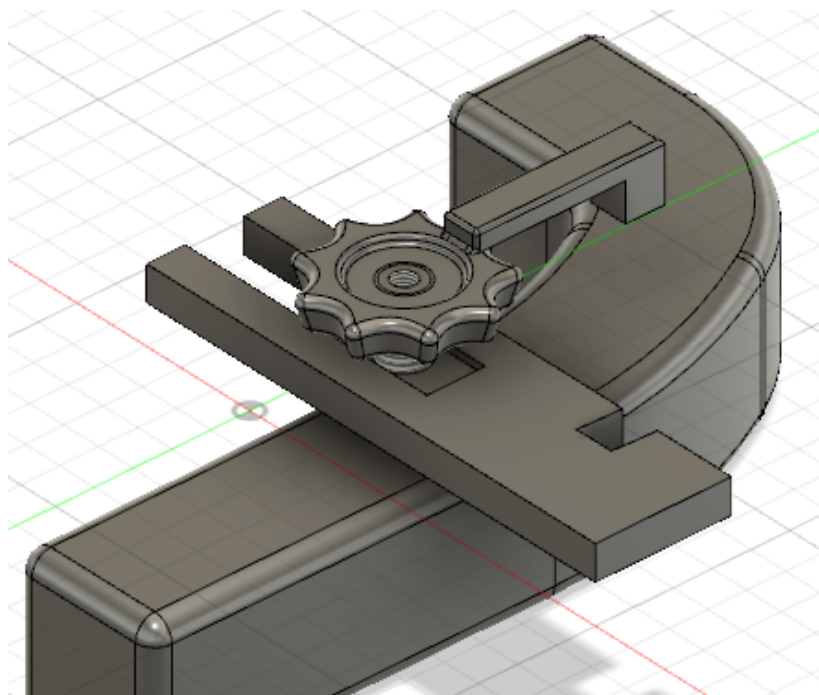
El principal problema que genera el anclaje del acople original, era que el usuario no podía accionarlos por su voluntad necesitando de alguien más para poder acoplarse. Esto sucedía, no por el funcionamiento del enganche, sino por el desgaste, suciedad y falta de mantenimiento que tenía, sumado a que no estaba diseñado para durar lo suficiente. Además, estos enganches estaban fabricados de manera irreversible, lo que quiere decir que en el caso de querer modificarlos y/o mejorarlos habría que cortar y hacer uno nuevo con ese sistema, debido que fue armado a medida de que se instalaba. Teniendo en cuenta lo anterior y, junto a que el mecanismo era ideal para un acople exitoso, manteniendo la unión con firmeza y escasas holguras, se decidió mantener el original modificando ciertos aspectos a los que podemos acceder sin necesidad de modificar por completo el acople.

Este enganche está formado por dos partes principales, una que consiste en un soporte en forma de U que se conecta a un perno saliente colocado en la pata de la silla de ruedas y una segunda parte móvil que al girarla “abraza” la parte trasera del tubo. Como parte secundaria tiene una tuerca roscada que aprieta el soporte contra el tubo.



En caso de que esto no funcionara, se diseñó un sistema distinto, en cual habría que modificar la mayor parte del enganche.

Éste nuevo mecanismo funciona en su mayoría gracias al perno roscado colocado en la silla, se mantendrá el enganche en U y el tope, modificando el primero de manera que colocando una pieza roscada que, además de apretar la pieza con el tubo, no permita que safe. En primer lugar, se pensó en una rosca de cuarto de vuelta y un encastre para que quede sin posibilidad de movimientos, este sistema se muestra en la imagen siguiente.

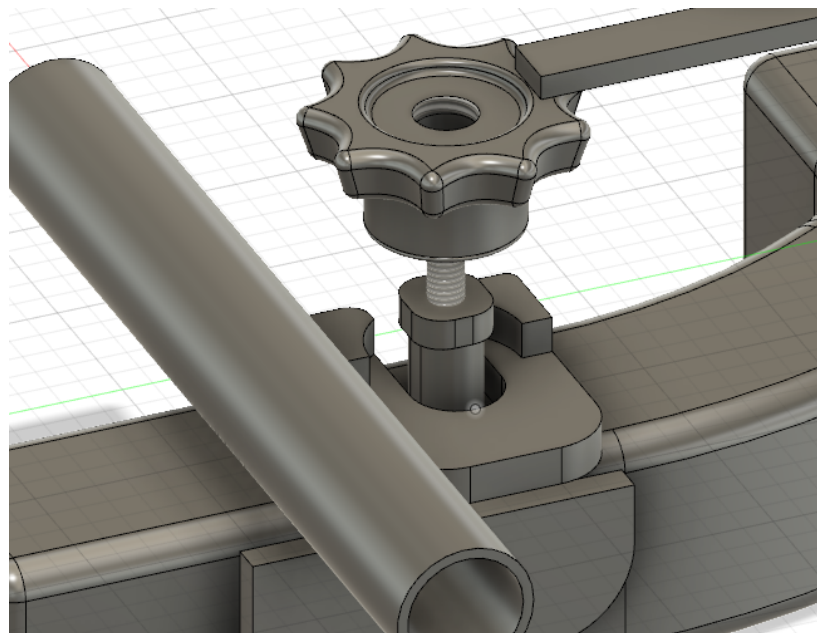
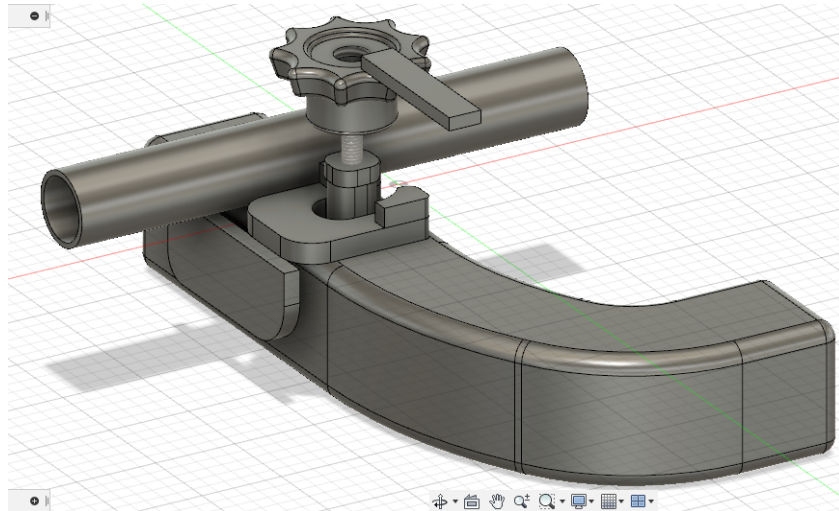


El inconveniente resultante de este método era calcular la rosca tal que la palanca no quede trabada y además que quede en la posición calculada de encastre. Resulta bastante complejo este método por lo que se opta por eliminar el encastre y diseñar un sistema de apriete sin necesidad de ello.

Se llegó a que la solución podría ser:

- El agregado de un tambor por debajo de la rosca
- Rosca externa concordante con tambor y rosca, interna con la rosca del perno de la silla
- Agregado de cuerpos sobre la esquina concordante con el tambor que cumpla la función de apriete.

El sistema resultante se ve en las siguientes imágenes.



5.4 Mecanismo de anclaje: acople-horquilla

Un problema a solucionar es que el acople constaba de dos posiciones, una de posición estática para engancharse fácilmente y una siguiente que proporcionaba la posición de manejo levantando las ruedas pequeñas de la silla y quedando en forma de triciclo.



Posición estática



Posición de manejo

El mecanismo que cumple ésta función funciona correctamente, pero es incomodo de usar ya que funciona apretando dos piezas con un perno y una mariposa (figura) mientras se mantiene todo acoplado en la posición de manejo, esto no solo el usuario no puede hacerlo sino que la persona que le ayuda debe soportar todo el peso con una brazo mientras se rosca la mariposa. Esto genera que no lo puede hacer cualquier persona limitando aún más la independencia.



En busca de una solución se diseñó un mecanismo el cual proporciona éstas dos posiciones y para pasar de una a otra se necesita de un simple movimiento, como empujar una palanca. Este consiste de una unión de una pieza en la horquilla y en el acople mediante un eje que permite girar en torno a él.

La posición inicial sería una en la que los pernos de la silla y los enganches del acople están a la misma altura, para que el usuario no tenga que hacer ninguna maniobra extra más que apretar las piezas roscadas. La siguiente, ya acoplado, se llega empujando la parte superior (donde se encuentran los pedales) que proporcionan el levantamiento de las

ruedas pequeñas y que un enganche automático lo deje en posición. Para salir de la misma, lo que se debe hacer es empujar la palanca y gracias al propio peso, el seguro sale y se vuelve a la posición inicial.



Horquilla separada de acople



Horquilla y acople enganchados

Cabe decir que esta idea fue hecha pero no presentada dado que el tiempo de planteo y fabricación de la modificación fue acotado. Por lo tanto queda como idea siguiente en el diseño del acople.

6. Conclusiones

Como resultado final, el acople quedó motorizado y con un nuevo freno instalado, tal como fue descrito en la sección 5.1.



Aquí podemos notar que:

1. Se montó la batería junto al motor en la rueda.
2. Se montó el pulsador eléctrico para el motor
3. El anclaje acople-silla de ruedas fue intervenido dejándolo en funcionamiento



Vista opuesta a la imagen anterior

Pasos a seguir

Si bien el acople fue modificado para el motorizado, este tiene algunos inconvenientes en el momento del arranque. En UTU se harán las siguientes modificaciones:

- El sistema sensor-motor en el arranque hace que la potencia entregada sea mayor a la necesaria por la que desliza (“derrapa”) sobre la superficie. Se modificarán los imanes en cuanto al sensor.
- Se ajustará la cadena.
- Se implementará freno eléctrico.
- Se modificará la altura de los pedales.

En cuanto al proyecto del acople posibles sugerencias de modificaciones:

- Continuar con el diseño de la conexión horquilla-acople, modificando o implementando otra distinta idea.
- Pensar el diseño de la unión del soporte de pies con bisagra



Se sugirió modificar la unión entre la horquilla y el acople vista en la imagen (la caja de unión acople-horquilla) fijando cierto ángulo medido respecto a la vertical, tal que sea cómodo para que el usuario se pueda acoplar solo. Diseñando a partir de esto un sistema regulable de altura de las ruedas mediante posiciones de pernos pasantes .

- Hacer mantenimiento de anclaje acople-silla ya que las camisas del sistema de enganche se desgastaron en primera instancia. A partir de ahí evaluar la continuidad de ese sistema.