

INVESTIGACIÓN Y DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA REHABILITACIÓN DE LA MARCHA ASISTIDO CON ESTABILIZACIÓN INERCIAL GIROSCÓPICA, APLICABLE A PERSONAS CON DISCAPACIDAD MOTORA

**GIRARDI BARREAU, Analía; TOMÉ, Gerardo;
BARBIROTTO, Damián**

agidis.studio@gmail.com

CIDI (Centro de Investigación en Diseño Industrial de Productos
Complejos), FADU (Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo)
UBA (Universidad de Buenos Aires)

Resumen

Se propone investigar un sistema para rehabilitación de la marcha que será destinado a personas con discapacidad motora, complementado con los posibles beneficios derivados de la aplicación de la estabilización giroscópica.

Esta investigación tiene como proyecto Marco al PDE: “Aplicación de la estabilización giroscópica a elementos en equilibrio inestable”.

La investigación que se expone en este trabajo procura estudiar cómo podrían complementarse un sistema mecánico para la asistencia de la marcha compuesto por arnés y guía con un sistema estabilizador basado en giróscopos, el cual colaboraría con el paciente durante el entrenamiento de la marcha, favoreciendo su ejecución de manera independiente o bien con la menor intervención de personal auxiliar posible.

Esta innovación podría potenciar sensiblemente los métodos existentes utilizados para la recuperación del equilibrio en personas con algunas discapacidades motrices.

La relevancia del proyecto está centrada en su capacidad para establecer una vinculación entre la tecnología de estabilización inercial y el campo de la rehabilitación, con el objetivo de obtener un sistema que permita la reeducación de la marcha de manera eficiente.

Para ello se tendrán en cuenta los resultados provenientes de las pruebas realizadas en el proyecto Marco PDE en relación a la capacidad estabilizadora de los giróscopos y también en relación a otros parámetros como la ubicación de motores y el tamaño y peso del sistema estabilizador, con el fin de lograr el correcto dimensionamiento del arnés y la mochila que contendrán en su interior al sistema mencionado.

Si el producto obtenido para la rehabilitación funciona de manera eficiente, se evaluará luego en base al FIM, Medida de Independencia Funcional, la cual es una evaluación estandarizada utilizada para el diagnóstico funcional del paciente.

Esto brindaría la evidencia científica de que el equipamiento planteado en este proyecto permite la evolución del paciente gracias a su utilización en el proceso de rehabilitación.

Palabras clave

Rehabilitación, Giróscopo, Marcha, Discapacidad, Innovación.

1. Introducción

El sistema de asistencia para la marcha propuesto procura integrar los posibles beneficios derivados de la aplicación de la estabilización inercial, ya que la acción de los giróscopos puede colaborar en el mantenimiento del equilibrio durante la rehabilitación.

El desarrollo del presente proyecto de investigación aplica los resultados del proyecto Marco PDE “Aplicación de la estabilización giroscópica a elementos en equilibrio inestable”, procurando adecuar el diseño conceptual del arnés y la mochila en función de la ubicación de los motores y el tamaño y peso de los giróscopos.

La investigación requirió el análisis de antecedentes sobre rehabilitación de la marcha y sobre tecnología de giróscopos aplicados en diferentes campos de la salud y la robótica.

También se analizaron factores determinantes para el proyecto como el tipo de discapacidad, grado de afección, tamaño y peso corporal del paciente y recomendaciones de profesionales del área médica, con el fin de acotar adecuadamente el universo de aplicación.

Este equipamiento podría contribuir al entrenamiento autónomo de la marcha y a reducir significativamente el esfuerzo realizado por el personal que asiste al paciente, debido a que toda la descarga de su peso cuando se sale del eje vertical (fuera de los límites de la marcha normal), la recibe el sistema de giróscopos que tiende a corregir la posición del paciente volviéndolo al eje adecuado dentro de un ángulo acotado de movimiento. Todo lo mencionado implica una mejora en los sistemas y equipamientos utilizados hasta el momento en el tratamiento y rehabilitación de la marcha.

2. Evaluación interdisciplinaria

Para lograr efectividad en el uso del equipamiento es relevante considerar un diagnóstico por parte del equipo interdisciplinario de salud, el cual evaluará las estructuras y funciones corporales requeridas, ya que no todos los tipos de discapacidad motora cumplen con los criterios para utilizar el equipamiento propuesto de manera eficaz.

De esta forma se acota la muestra de pacientes aptos para la utilización del sistema a aquellos con similar tratamiento de rehabilitación de acuerdo al diagnóstico profesional pertinente.

Las características que deben tener los pacientes para poder utilizar este equipamiento son:

- El paciente debe poder mover los miembros superiores y tener control de tronco, no debiendo tener compromiso cognitivo o visual.
- En relación al equilibrio entran dentro de la muestra las personas que tienen cierta dificultad de equilibrio pero están aptas para rehabilitar marcha.

3. Diseño Conceptual del sistema

Se proyectó un sistema de rehabilitación completo, que incluye todo el equipamiento necesario además del arnés y la mochila para los giróscopos.

El primer diseño conceptual (Figura 1), contiene una plataforma de entrenamiento con una cinta **no eléctrica** que permite ejercitar de acuerdo al paso y ritmo que cada paciente imprime al rehabilitar (Solo se mueve con el movimiento de los pies del paciente) y la posibilidad de ajustar un rango mínimo de elevación. Posee barras paralelas y un arco superior que sirve como soporte del arnés y del proyector de escenarios de realidad virtual basados en actividades de la vida diaria.

El sistema de rehabilitación incorpora un sistema de registro de pisadas con soporte sonoro para detección de la correcta pisada y control de la actividad.

El mecanismo del proyector permite colocarlo hacia la base para proyectar la pisada del paciente, ofreciendo en conjunto con el sistema de parlantes laterales, las respuestas de estímulo visual y auditivo que contribuyen a mensurar y evaluar la calidad del trabajo realizado.

En las figuras 2 y 3 puede observarse la evolución del diseño conceptual del sistema, el cual incorpora las siguientes posibilidades:

Regulación de altura: la estructura tubular metálica que contiene el soporte del arnés y la mochila se ajusta a los caños verticales de las bases en varios puntos laterales permitiendo una regulación de altura del arnés, ofreciendo de esa forma adaptabilidad a diferentes percentiles de estatura. (Figura 2)

Marcha lateral y freno: El soporte superior para el arnés incorpora un sistema de freno cuyo diseño permite frenar y permite el deslizamiento a lo largo del caño central principal para el momento del traslado hacia la zona de marcha lateral. Se profundizó en el diseño de todo el sistema superior de soporte del arnés, incluyendo el freno del mismo y la palanca de ajuste de regulación en altura. (Figuras 2 y 3)

El sistema corre entre: la zona de la marcha sobre la cinta y la zona de marcha lateral sobre el piso (Sector que está al final de la estructura). Contempla también la posibilidad de rotación a 90° para ajustarse a la rehabilitación en dicha marcha lateral y ejercitar actividades de la vida diaria. (Figura 3)

Alternativas de superficie y sujeción: Se contempla que el sistema pueda incorporar distintos tipos de superficie para la caminata, así como rampas, escalones, y sujeciones laterales adicionales. (Figura 3-Esquemas abajo)

4. Diseño y desarrollo de la mochila y el arnés

La propuesta de desarrollo para la mochila y el arnés se realizó en función del prototipo de comprobación del proyecto marco PDE, y consta de una estructura rígida que asegura estructuralmente ambos giróscopos, a la cual se le ajusta otra del tipo férula en PRFV con capas de espuma viscoelástica en las zonas de contacto con la espalda del paciente. (Todo esto forma parte del sistema estructural interior de la mochila). (Figura 4)

Esta base se encuentra envuelta en un tapizado que cumple doble función: De un lado asegura las cintas de ajuste del arnés a pecho y hombros, y del otro lado posee una zona para asegurar la unión con cremallera a la carcasa posterior que protege los giróscopos evitando el contacto de los mismos con el paciente. (Figura 4). (En ésta figura se muestran, además, imágenes y bocetos de la evolución de dicho diseño).

Se realizó una investigación sobre los procesos productivos que permiten la concreción de una maqueta de prueba del cobertor trasero de los giróscopos y también de los tipos de cintas y ganchos de soporte del arnés que se ajustan a los esfuerzos a los que estará sometido todo el sistema (Figura 4)

Finalmente, los últimos avances del proyecto se realizaron sobre el cobertor o mochila, específicamente, avances en el diseño, también mejoras ergonómicas, morfológicas, tecnológico/productivas y de uso de este cobertor COMPLETO y del arnés (Figura 5)

5. Comprobación del grado de Estabilización

Se esperaría que al aplicarlo por primera vez en personas sin discapacidad que generan intencionalmente un desbalance en el equilibrio de la marcha, el sistema pueda colaborar en la corrección de la postura corrigiendo el eje vertical.

A su vez, se podría adicionar en las pruebas el uso del soporte sonoro (Figura 1) que forma parte de la propuesta de diseño para que al pisar y avanzar correctamente se forme un ritmo identificable, el cual sea más fácil de seguir y funcione como estímulo de memoria y motivación. (Y personalización de acuerdo a cada paciente)

En función de los resultados de las pruebas en personas sin discapacidad, se realizarán los ajustes correspondientes en el diseño para probar el sistema en personas con dificultades motoras para la marcha.

6. Proyección a futuro del proyecto de investigación:

En el caso de ser factible el armado del prototipo del sistema, se plantea evaluar la mejoría de la marcha a partir de dos grupos muestrales:

Grupo A: Rehabilitándose con el uso del equipamiento

Grupo B: Rehabilitándose sin el uso del equipamiento

Al cabo de un tiempo prudencial estimado en 3 meses con una frecuencia de dos encuentros semanales, se reevaluará a cada grupo controlando la calidad de la marcha y el grado de independencia alcanzado. (Esto es de acuerdo a la evaluación y consejo del área de salud que se encargará de dichas pruebas muestrales con el equipamiento).

La continuidad de este trabajo en futuros proyectos de investigación se relaciona con la aplicación de plataformas que utilicen la tecnología de detección 3D de una cámara Kinect, combinadas con la tecnología de biorretroalimentación para controlar el rendimiento del paciente en tiempo real.

De esta forma, se pueden detectar con precisión los movimientos del cuerpo, mostrarlos en una pantalla y generar información instantánea sobre la calidad del desempeño del paciente, comunicando al mismo y a los profesionales de la salud si realizan un ejercicio de forma correcta.

A su vez, se podría vincular esa interfaz virtual con la Medida de Independencia Funcional (FIM) ya mencionada, que mide 7 niveles de funcionalidad en

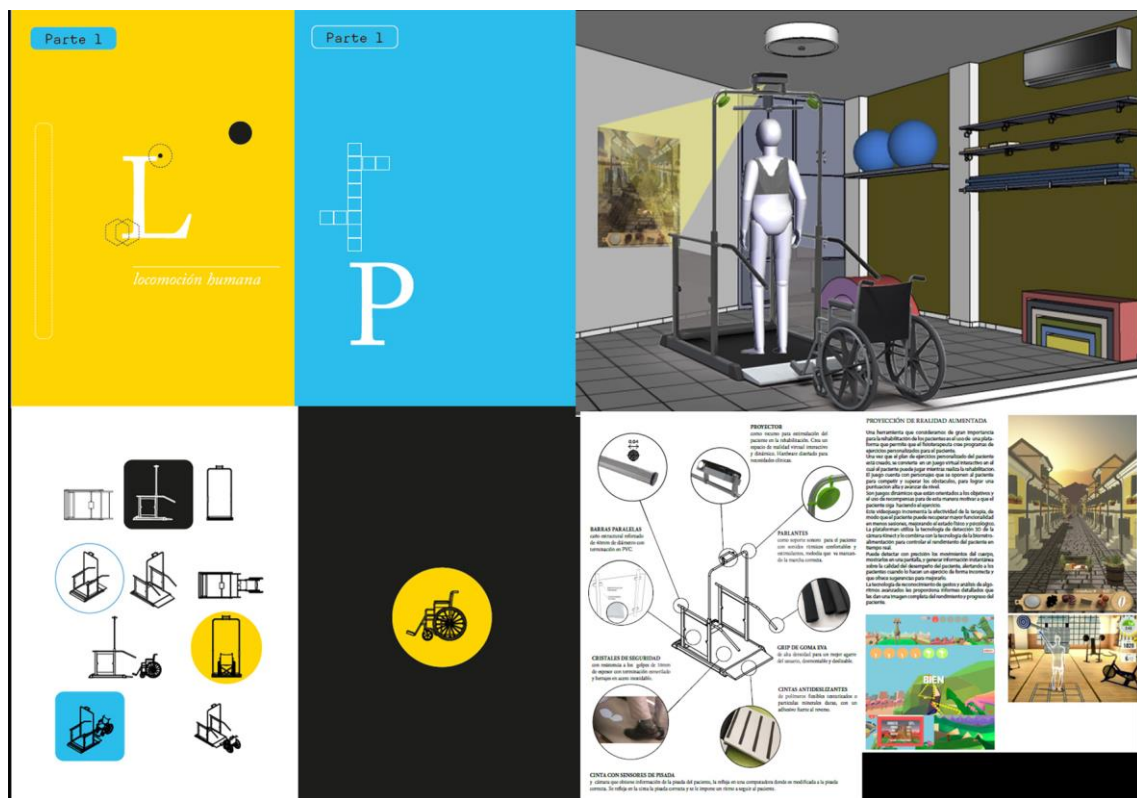
relación a la independencia. Ésta evaluación incluye 18 actividades de la vida diaria las cuales podrían representarse en las plantillas mencionadas de realidad virtual para medir el desempeño y autonomía en espacios convencionales.

De esta forma el proyecto procura desarrollar un producto que mejore las formas actuales de rehabilitación de la marcha.

En el trabajo diario con los alumnos, esta investigación también posee la capacidad de concientizar en relación a las capacidades potenciales que tienen los diseñadores (Y, alumnos) para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad a través del desarrollo de proyectos innovadores para la rehabilitación.

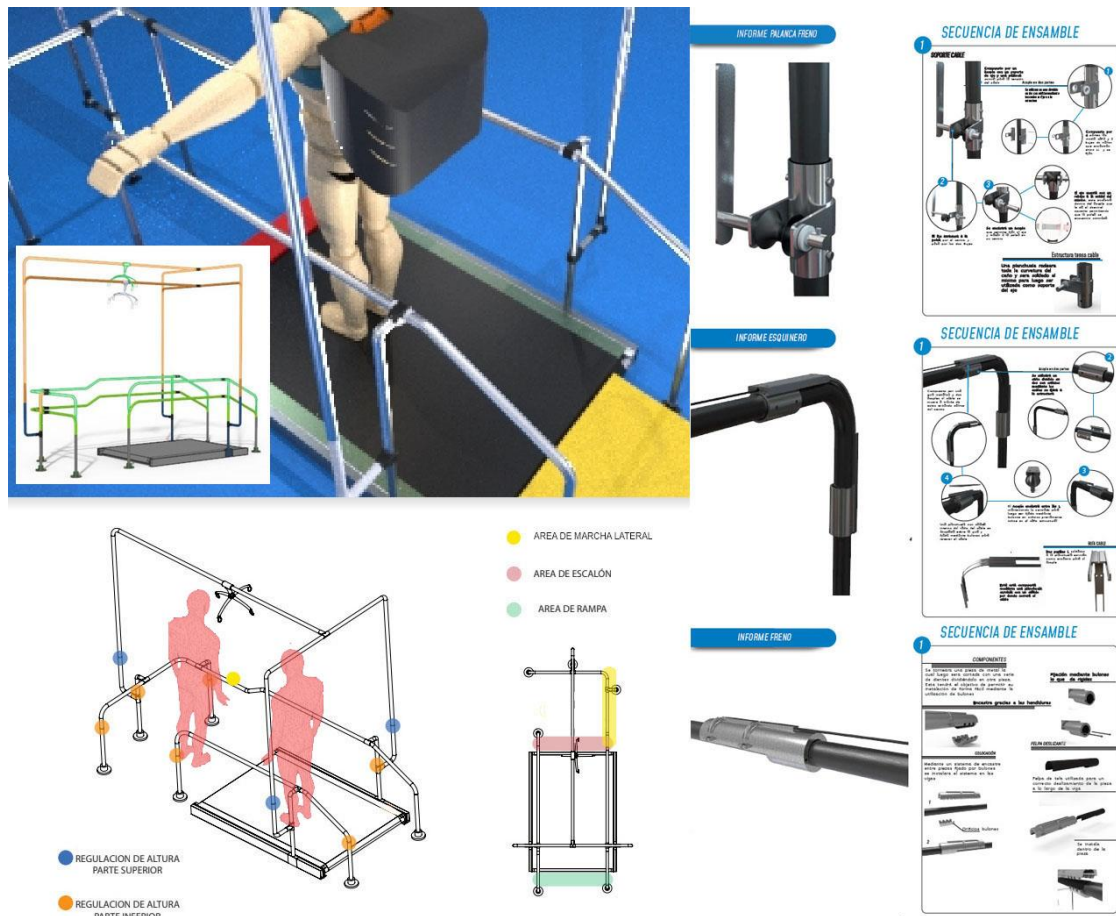
Con un líder de proyecto (Director de Investigación), un grupo interdisciplinario, y un desarrollo de trabajo en equipo, con roles y responsabilidades.

Figura 1: Primera propuesta conceptual.



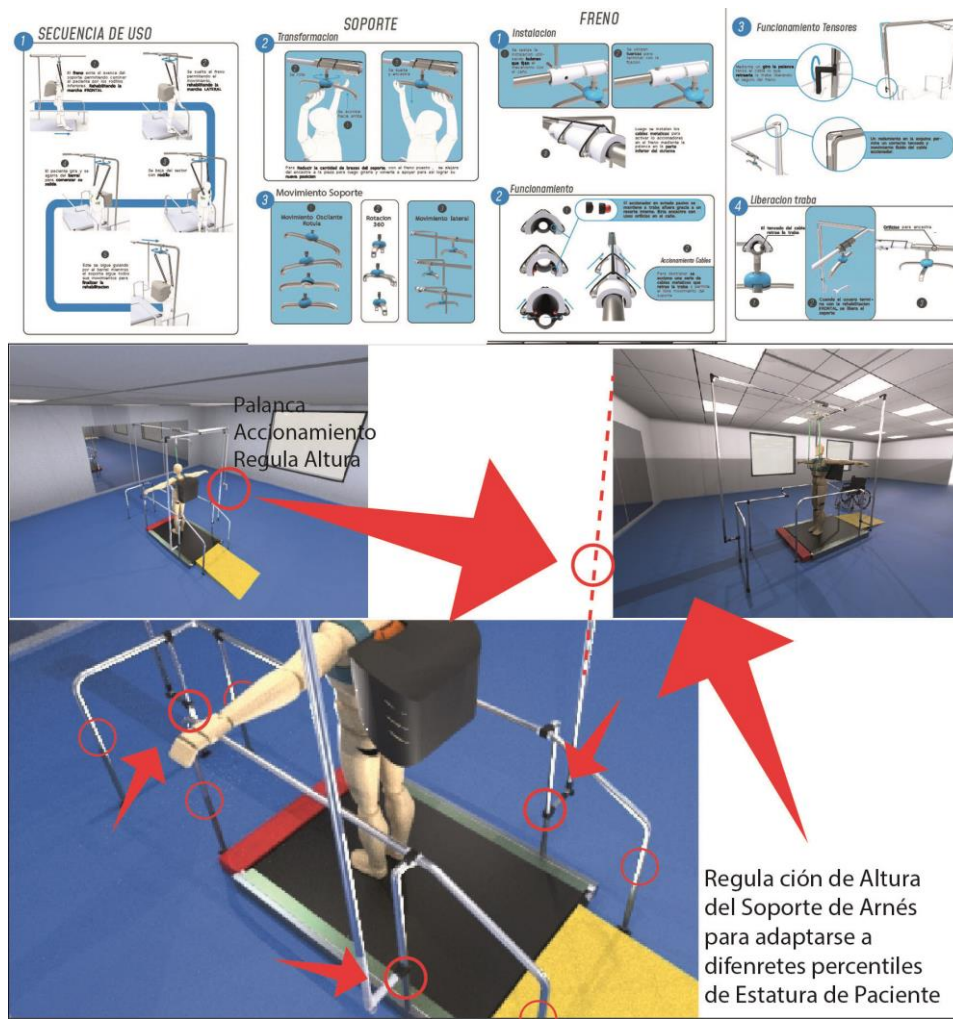
Autor/es de imagen: Analía Girardi y equipo de modelado 3D

Figura 2: Evolución del Diseño conceptual. Desarrollo de los sistemas de regulación de altura y de freno. E informes tecnológicos / constructivos de la palanca de freno, freno y esquinero (Para marcha en cinta y marcha lateral).



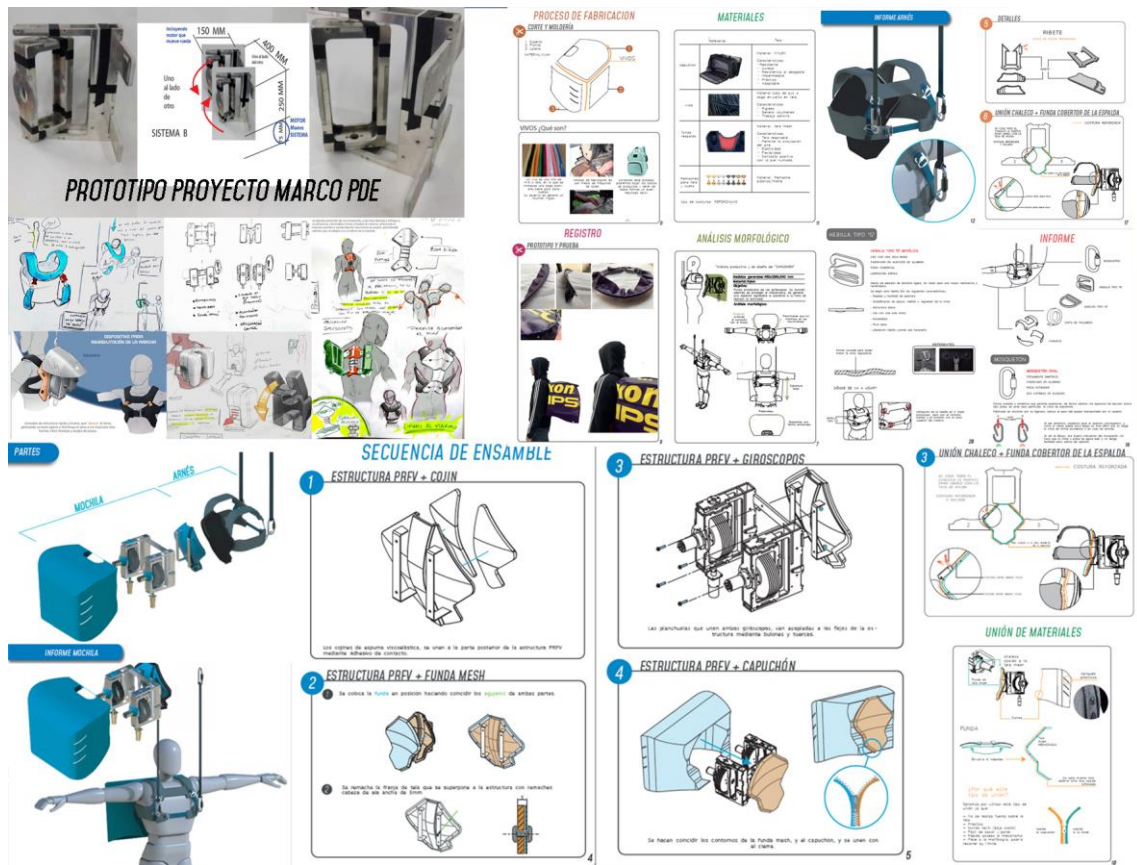
Autor/es de imagen: Analía Girardi y equipo de modelado 3D

Figura 3: Evolución de la propuesta conceptual del conjunto + desarrollo de resoluciones tecnológicas y de soporte superior de arnés.



Autor/es de imagen: Analía Girardi Fotografía + Edición (Bocetos 3D Alumnos)

Figura 4: Desarrollo productivo de arnés y mochila, con planos constructivos. Fotos de maquetas de prueba de la mochila y desarrollo de informes de investigación.



Autor/es de imagen: Analía Girardi y equipo de modelado 3D

Figura 5: Avances del cobertor / mochila. Mostrando mejoras de diseño, ergonómicas, morfológicas, tecnológico / productivas y de uso del cobertor COMPLETO.



Autor/es de imagen: Analía Girardi y equipo de modelado 3D

Adjunto link con video expuesto en las jornadas de Investigación: Video privado NO PUBLICO compartido con (maria.ridl@fadu.uba.ar de FADU UBA) (Con la secretaria de Investigaciones sicyt@fadu.uba.ar) y con los correos de los 3 expositores (agidis.studio@gmail.com and analia.girardi@fadu.uba.ar Analía Girardi Barreau) (cidigt@fadu.uba.ar Gerardo Tome) y (dbarbirotto27@gmail.com Damian Barbirotto) para ser expuesto en los 5 minutos otorgados para la exposición durante las jornadas de Investigación FADU - UBA Jueves 12 Noviembre 2020.

<https://youtu.be/Szm7aaWBegM>