

## Presentación proyectos de investigación de Autofabricantes. Conocimiento para la autonomía y la calidad de vida



Luis Carlos González Fernández

**Autofabricantes** es un colectivo de investigación multidisciplinar que creamos hace siete años, con la intención de buscar soluciones alternativas y accesibles en torno a la diversidad funcional. Para ello ponemos la tecnología al servicio del usuario, y no al contrario. Desarrollamos asistencias técnicas personales y trabajamos en la generación de conocimiento libre para la autonomía y la calidad de vida, utilizando la fabricación digital e involucrando en procesos de coproducción a las familias y a los propios usuarios. Persigue un mundo donde la inclusión y la soberanía sean por fin una realidad. Esta iniciativa es posible gracias al conocimiento y dedicación de todos los componentes de Autofabricantes y personas colaboradoras.

### Prótesis Mioeléctrica

El proyecto MYO, cuyo objetivo es el diseño y fabricación de una prótesis mioeléctrica, fue el punto de partida de Autofabricantes en Octubre de 2015 y alrededor del cual creó el grupo de trabajo y su comunidad. Desde entonces, todos los componentes del colectivo han aportado sus conocimientos para colaborar en todos los campos del proyecto. La complejidad, la diversificación en otras líneas de trabajo y la naturaleza del proyecto han llevado al proyecto por un gran número de fases y líneas de desarrollo divergentes que pretendemos culminen en un primer prototipo funcional a finales del 2023 o principios de 2024.

Una prótesis mioeléctrica consta de una variedad de elementos tales como sensores mioeléctricos (que son capaces de medir, a través de la piel, la tensión muscular de una zona), electrónica de control (que maneja los distintos actuadores y conecta con los sensores) y un software (capaz de transformar las contracciones recogidas por el sensor en decisiones y actuaciones concretas).

Todos los distintos elementos han sido desarrollados y evolucionados a partir de la propia experiencia de los miembros del equipo y la guía y diseño de especificaciones a través del contacto con las familias, priorizando las necesidades concretas del usuario final.

Todas las tecnologías empleadas son Open Source, siendo el principal objetivo del proyecto que este pueda ser fabricado, desarrollado y evolucionado de forma libre por colaboradores inicialmente ajenos al grupo.

## Prótesis Mecánicas

Se trata de un tipo de prótesis muy sencillas que tras unas adaptaciones podemos imprimir en 3D y las niñas y niños pueden utilizar. Ellos eligen el modelo y colores y en pocas pruebas pueden empezar a utilizar en su vida diaria. Actualmente hay dos niños, **como Héctor** y Leo que ya las utilizan, incluso una de brazo, que usa Aitor.

Para este tipo de prótesis, nos hemos basado en los desarrollos realizados por la asociación **Enable the Future** estadounidense, en pocos años han conseguido expandirse y ya casi en todos los países hay personas o colectivos asociados, como es nuestro caso.

Nuestra aportación ha sido que hemos reeditado el dedo pulgar. Lo hemos girado unos 20 grados hacia el interior, de esta manera, el dedo pulgar y el dedo índice llegan a tocarse, facilitando el poder coger objetos finos que de la otra manera era imposible poder hacerlo.

## SuperGiz

A finales de 2016, nos encargaron la Fundación Rafa puede y la empresa social Nación Pirata (actualmente 3D Héroes) que diseñáramos un nuevo sistema de prótesis de mano y brazo que no imitara ni la forma ni la función de una mano. Así nace SuperGiz. Consiste en una pieza principal colocada en la extremidad del muñón de la niña o niño (pulpo) y un conjunto de gadgets intercambiables (accesorios) mediante un sistema de anclaje de cuarto de vuelta. Cada gadget se utiliza para ayudar en una actividad concreta de la vida diaria de las niñas y niños, sobre todo centrados en sus aficiones y ocio. Es un proyecto muy novedoso, personalizado, ligero y asequible económicamente. Ya lo utilizan diariamente más de 40 niñas y niños con diseños desarrollados por nuestro equipo. También lo han descargado otras 2000 familias de todo el mundo y ha tenido mucha relevancia en los medios de comunicación nacionales.

## Investigación

Durante ocho meses investigamos en la ergonomía, sistema de enganche, usabilidad y materiales de impresión 3D adaptables y duraderos. Todo ello fue posible gracias a la integración de los diferentes perfiles de los componentes de Autofabricantes que participaron en las diferentes fases del proyecto.

Se realizaron siete versiones del prototipo, con decenas de pruebas en usuario y pruebas de esfuerzos y cargas en el laboratorio. También se han probado más de diez materiales de impresión 3D hasta conseguir el más adecuado para que se adapte al

usuario, sea flexible y resista los esfuerzos, agua y la degradación, además de ser compatible con la piel. Actualmente, el pulpo lo fabricamos en TPU (termoplástico de poliuretano) con una dureza shore de 98A, para mejorar en todos los aspectos mecánicos de la prótesis. Tras alcanzar los objetivos funcionales, mecánicos y metodológicos, los siguientes pasos fueron la documentación, publicación en código abierto y parametrización para hacerlo completamente accesibles.

## Talleres

Para llevar a cabo su implementación, se diseñaron un conjunto de talleres que también consistían en una innovación metodológica y desarrollo del proyecto, que han permitido una gran retroalimentación de la investigación. Hemos realizado hasta la fecha siete talleres donde hemos juntado a 5 o 6 familias por cada taller, que tenían una hija o hijo con alguna discapacidad en alguno de sus miembros superiores. Los hemos juntado con profesionales del ámbito socio-sanitario, diseñadores, y terapeutas ocupacionales. Consistían en un encuentro durante tres meses, un día al mes, en los cuales, además de diseñar a media cada uno de los pulpos, diseñamos los gadgets que necesitan las criaturas para poder realizar sus actividades favoritas. Todo esto, supervisado por nuestras terapeutas ocupacionales.

## Bipedestador

¿Cómo surgió este proyecto?

El proyecto del Bipedestador, surgió como necesidad para crear una alternativa accesible y en código abierto de este tipo de asistencias técnicas, ya que es difícil acceder a ellas en el mercado por su alto coste. Además, en Autiofabricantes buscamos la posibilidad de que incorporasen nuevas mejoras a los Bipedestadores privados que existen en el mercado.

Empezamos con el proyecto a finales de 2016 y en junio de 2017 ya tuvimos el primer prototipo.

## Procedimiento de trabajo

Lo primero que hicimos fue estudiar los diferentes Bipedestadores que había en el mercado y ver la manera de como podíamos mejorarlos. Para ello, se nos ocurrió

hacer “un tres en uno”. Es decir, que nuestro Bipedestador pudiese ofrecer a la vez lo mejor de los diferentes Bipedestadores que ofrecen por separado en el mercado. De esta manera, nuestro Bipedestador además de poder mantener la posición vertical, incorporamos la posibilidad de tener la posición supina, que puede estar en posición horizontal. También incluimos la posibilidad de poder abrir el eje de las piernas hacia los lados y por último, está preparado para usarse en exteriores.

Una vez que tuvimos diseñadas todas las piezas en 3D, el siguiente paso fue construir los planos en DXF. Este formato de archivo es el que se utiliza en las máquinas de control numérico que usamos en el taller. Antes, consideramos que era necesario realizar una maqueta del Bipedestador para ver las problemáticas que nos podríamos encontrar o realizar algún cambio antes de pasar a su producción en el taller. Para ello, reducimos a escala los planos a 1:3 y cortamos las piezas en la cortadora láser de control numérico (CNC) que tenemos en el taller.

El Bipedestador está formado por más de 50 piezas de madera diferentes además de las fabricadas mediante Impresión 3D. Éstas, principalmente se usan para las rótulas cervicales que son 24 piezas articulables que se abren o cierran adaptándose a la necesidad de cada niña o niño para sujeción de la cabeza. También se usa la Impresión 3D como accesorios, es decir, como soporte de tornillos y tuercas así como sujeción de los pies, pues estas niñas y niños no tienen control sobre su aparato locomotor y les es difícil mantener una posición correcta de los mismos.

Por último, acolchamos todas las piezas que tiene contacto con el cuerpo de la niña o niño para que tengan un tacto suave (como la cabeza, la espalda y los brazos) y las forramos con tela 3D, una tela especial que transpira y fácil de lavar.

### Un Instrumento para Henar

El proyecto *n instrumento para Henar* tiene como objetivo el desarrollo del Henar#3, un instrumento musical MIDI adaptado.

Henar es una chica con mucho gusto por la música y que padece encefalopatía acetósica, lo cual hace difícil el uso de instrumentos convencionales. Pero esto no le ha impedido obtener una formación musical y tocar en una orquesta. Es por ella que este proyecto fue iniciado por el **Centro Celeo** en Cuenca, que con distintos equipos de desarrollo han creado ya los instrumentos musicales *Henar#1* y *Henar#2*.

## V JORNADAS DE PROMOCIÓN PARA LA AUTONOMÍA PERSONAL EN ENFERMEDADES RARAS «CONTEXTO ACTUAL EN EL CONOCIMIENTO DE LAS ATAXIAS»

Burgos – 15 y 16 de noviembre de 2022

La colaboración de **Autofabricantes** en este proyecto consiste en el *diseño y fabricación* de la nueva versión del instrumento MIDI basado en tecnologías **Open Source** a partir del concepto original de **Un instrumento para Henar** y su definición de especificaciones.

Además, se ha colaborado activamente en el evento **DiverS+S 2017** organizado por el **Centro Celeo** y que forma parte de la misma línea de trabajo.

### Objetivos y Especificaciones

El objetivo de crear un instrumento de esta forma no es solo que Henar pueda tocar, sino que se adapte a sus preferencias (posición en el suelo, tamaño y forma de los botones, etc). Henar participa activamente a través de pruebas y ensayos en el Centro Celeo, en la toma de decisiones relacionadas con el diseño del dispositivo.

Algo muy importante en el diseño del instrumento es que se pretende además que el diseño del sistema final sea modular, **de cara a fabricar nuevos instrumentos personalizados adaptados a distintas necesidades de otras personas.**

Por último, en línea con todos los diseños de *Autofabricantes*, se pretende no solo que los archivos estén *disponibles para cualquier usuario que quiera fabricar o modificar uno* sino que el acceso a las tecnologías necesarias esté al alcance de cualquiera interesado.

### Colaboración con la UPM (Universidad Politécnica de Madrid)

En 2018, Autofabricantes empezó a colaborar con la UPM (Universidad Politécnica de Madrid) para que sus alumnas, pudieran realizar sus TFG, TFM y prácticas con nosotros. En este primer curso, se han comenzado cuatro investigaciones:

- .- Diseño y desarrollo de una prótesis mecánica de brazo completa
- .- Diseño y desarrollo de una prótesis mecánica de pierna
- .- Diseño y desarrollo de 2 sillas de ruedas para niñas, una normal y otra handbike
- .-Estudio y prueba de materiales usados en la Impresión 3D

Es un proyecto del tipo working progress, es decir, está planteado que en 3 o 4 años podamos tener un prototipo definitivo tanto de prótesis de brazo como de pierna para poder probarlo con los adultos o niñas con diversidad motora con los que estamos diseñando las prótesis.

## V JORNADAS DE PROMOCIÓN PARA LA AUTONOMÍA PERSONAL EN ENFERMEDADES RARAS «CONTEXTO ACTUAL EN EL CONOCIMIENTO DE LAS ATAXIAS»

Burgos – 15 y 16 de noviembre de 2022

En Autofabricantes, siempre trabajamos sobre casos concretos. Así, para la prótesis de brazo estamos trabajando con Marcos, un adulto que perdió su brazo derecho en un accidente de tráfico. Para la prótesis de pierna, estamos trabajando con Lucas, un chico de 15 años que en 2017 le tuvieron que amputar la pierna derecha por enfermedad. Y para la silla de ruedas, estamos trabajando con Iker y su familia. Iker tiene 8 años que una displasia ósea le produjo una lesión medular y los brazos más cortos, y no tiene movilidad desde la mitad de la espalda hacia abajo.

Durante ese año, se diseñó el primer prototipo de la prótesis de brazo por parte una alumna y varias articulaciones de la rodilla para la prótesis de pierna, a cargo de varias alumnas más. También se realizaron las pruebas de los diferentes materiales que solemos usar con más frecuencia: ABS, PLA, TPU y TPE.

A principios del 2019, se incorporó la segunda promoción de alumnas y alumnos para evolucionar la prótesis de brazo, pierna y un nuevo proyecto para el desarrollo de dos sillas de ruedas para peques hasta 30 kg, una normal y otra handbike.

En 2022, cuatro años después, tenemos el primer prototipo de prótesis de pierna y de la silla de ruedas handbike.

En la actualidad, estamos buscando financiación para la mecanización y evolución de la articulación de la prótesis de pierna y ajuste de la mecánica para la silla handbike.

En 2018, autofabricantes empezó a colaborar con la UPM (Universidad Politécnica de Madrid) para que sus alumnas, pudieran realizar sus TFG, TFM y prácticas con nosotros. En este primer curso, se han comenzado cuatro investigaciones:

- Diseño y desarrollo de una prótesis mecánica de brazo completa
- Diseño y desarrollo de una prótesis mecánica de pierna
- Diseño y desarrollo de 2 sillas de ruedas para niñas, una normal y otra handbike
- Estudio y prueba de materiales usados en la Impresión 3D

Es un proyecto del tipo working progress, es decir, está planteado que en 3 o 4 años podamos tener un prototipo definitivo tanto de prótesis de brazo como de pierna para poder probarlo con los adultos o niñas con diversidad motora con los que estamos diseñando las prótesis.



## V JORNADAS DE PROMOCIÓN PARA LA AUTONOMÍA PERSONAL EN ENFERMEDADES RARAS «CONTEXTO ACTUAL EN EL CONOCIMIENTO DE LAS ATAXIAS»

Burgos – 15 y 16 de noviembre de 2022

En Autofabricantes, siempre trabajamos sobre casos concretos. Así, para la prótesis de brazo estamos trabajando con Marcos, un adulto que perdió su brazo derecho en un accidente de tráfico. Para la prótesis de pierna, estamos trabajando con Lucas, un chico de 15 años que el año pasado le tuvieron que amputar la pierna derecha por enfermedad. Y para la silla de ruedas, estamos trabajando con Iker y su familia. Iker tiene 8 años que una displasia ósea le produjo una lesión medular y los brazos más cortos, y no tiene movilidad desde la mitad de la espalda hacia abajo.

Durante ese año, se diseñó el primer prototipo de la prótesis de brazo por parte de la alumna Cristina González Rojo y varias articulaciones de la rodilla para la prótesis de pierna, a cargo de Elena Fernández Mateo y Teresa Latorre. También se realizaron las pruebas de los diferentes materiales que solemos usar con más frecuencia: ABS, PLA, TPU y TPE.

A principios del 2019, se incorporó la segunda promoción de alumnas y alumnos para evolucionar la prótesis de brazo, pierna y un nuevo proyecto para el desarrollo de dos sillas de ruedas para peques hasta 30 kg, una normal y otra handbike.

En la actualidad, se ha realizado una nueva versión de la prótesis de brazo con un nuevo sistema de articulación gracias al trabajo de Alicia De la Gándara y Josué Sopalo.

En la prótesis de pierna, además de Elena Fernández, están trabajando 4 alumnas más: Amanda Garrido, Rubén Aguado, Alfonso Casas, y Bryan Álava que a finales de Septiembre tendremos el primer prototipo completo.

Paralelamente, tanto Cristina en la prótesis de brazo, como Elena en la de pierna, este año motorizarán las dos articulaciones para que el próximo año (2020) el Prototipo 2 esté más evolucionado.