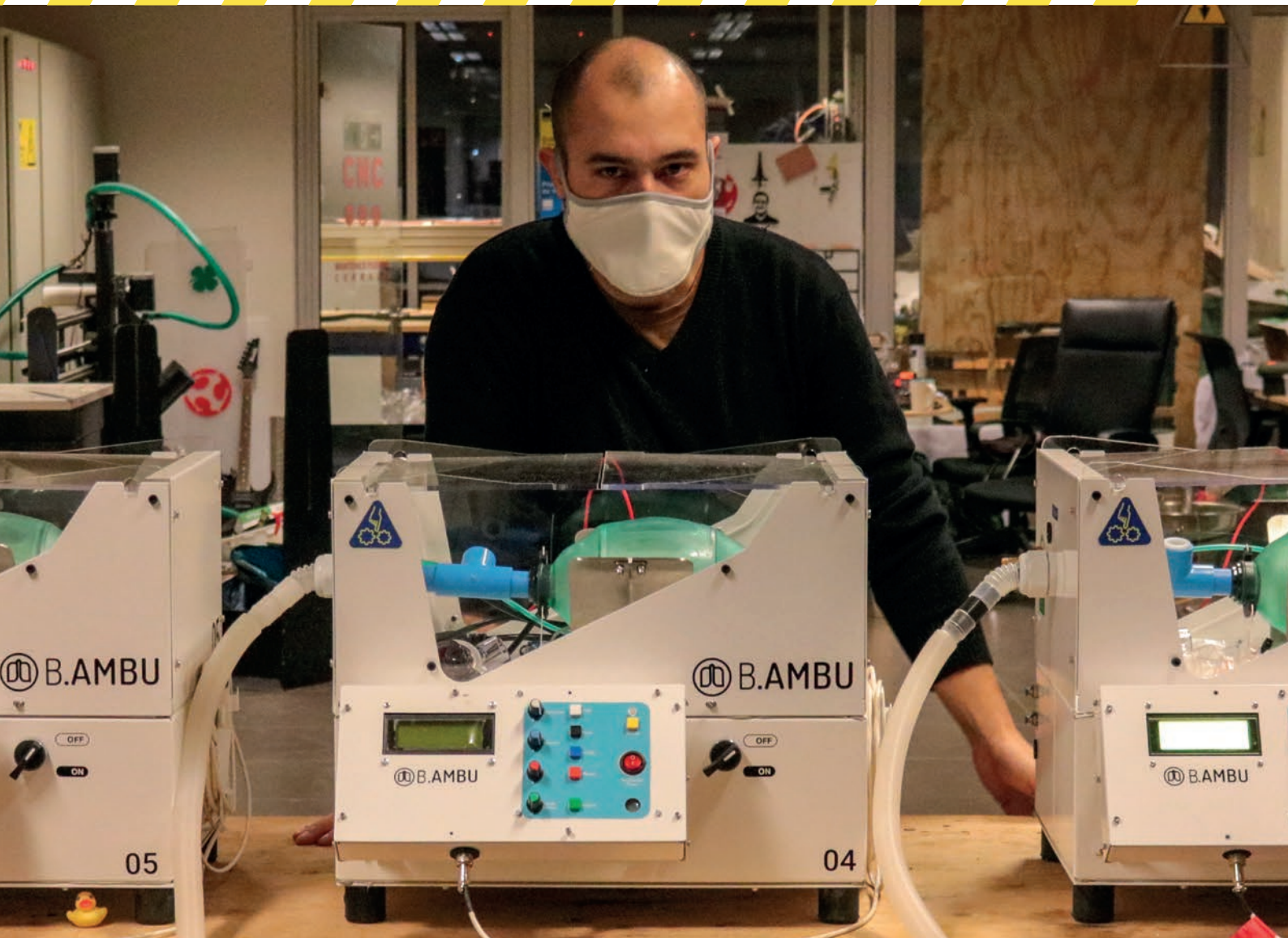




# EQUIPO FCFM CREA PROTOTIPO DE VENTILADOR MECÁNICO





**La iniciativa contribuirá a reforzar la atención de salud a personas que resulten con complicaciones respiratorias producto del COVID-19.** El dispositivo basado en un modelo del MIT, fue adaptado y mejorado para poder ser manufacturado fácilmente en nuestro país. Durante la fase de pilotaje se someterá a pruebas clínicas y posteriormente iniciará su etapa de escalamiento.

*Por Comunicaciones FCFM y DIMEC*

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM) a principios de abril comenzó el desarrollo de un prototipo de ventilador mecánico, con el fin de poner a disposición de nuestro sistema de salud este dispositivo médico para tratar pacientes afectados por COVID-19. Tras una serie de pruebas, este dispositivo- creado por un equipo multidisciplinario de la FCFM, inició su fase de pilotaje a principios de mayo y fue presentado a usuarios de salud que han sugerido algunas mejoras y cambios antes de pasar a las pruebas de laboratorio.

Este prototipo de ventilador mecánico fue bautizado como B.AMBU (B por Beauchef, AMBU por el nombre que se le da a la bolsa inflable o resucitador manual, con la U final que también refiere a la Universidad de Chile). Es una versión mejorada del diseño que el Massachusetts Institute of Technology (MIT) liberó a fines de marzo, en la que han trabajado académicos, estudiantes e investigadores de departamentos y centros de la FCFM (Eléctrica, Mecánica, AMTC), además del Laboratorio de Fabricación Digital (FabLab) de la U. de Chile. El prototipo posee una mayor robustez e incorpora consideraciones técnicas para que su construcción sea más simple y rápida, pensando en la producción masiva en nuestro país.

“Es un dispositivo compacto (pesa 14 kg y mide 50x36x48 cm). El diseño mecánico está inspirado en el prototipo del MIT, pero durante el proceso de desarrollo realizamos importantes modificaciones, entre las cuales se destaca el uso de una tecnología de actuación de mayor robustez (motor *brushless* de corriente continua), un sistema mecánico basado en piezas de acero inoxidable de rápida fabricación, un sistema de baterías que permite una operación independiente por dos horas y un sistema de control propio. El sistema de control mueve los brazos que accionan el respirador, permitiendo controlar en forma independiente el volumen de aire, su flujo y la frecuencia respiratoria, de acuerdo con lo que ha definido la SOCHIMI”, explica James McPhee, vicedecano de la FCFM y coordinador del proyecto.

Su software de control -desarrollado íntegramente en la Facultad- da instrucciones al motor para mover los brazos en un cierto rango (lo que controla el volumen), a cierta velocidad (que controla la tasa de flujo o caudal de aire), y frecuencia. El motor de corriente continua (de tipo *brushless* o sin escobillas) permite mover los brazos que accionan el respirador, reemplazando al operador humano.



## FASE DE DESARROLLO Y PROTOTIPAJE

Durante el desarrollo de este dispositivo el equipo FCFM logró que el motor controle la posición de los brazos, la velocidad en que se mueven y el volumen del funcionamiento del aparato. Durante abril realizaron pruebas con un pulmón artificial con resultados satisfactorios. “La gran mayoría de las piezas fueron diseñadas por el equipo de la FCFM y su fabricación estuvo a cargo de las empresas Tersalnox y Morex. El diseño fue concebido, armado y probado en el FabLab de la U. de Chile”, explica el académico del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile (DIMEC U. de Chile) y coordinador del equipo mecánico de esta iniciativa, Rubén Fernández.

De igual modo, señala que uno de los criterios para diseñar un prototipo que se pudiera masificar fácilmente en Chile, era adaptarlo a las condiciones locales debido a la gran demanda de ventiladores mecánicos a nivel mundial dada esta crisis sanitaria.

“Desarrollamos cinco prototipos. El primero de ellos fue construido en perfiles de aluminio, nylon y acero inoxidable. En el segundo incorporamos criterios de producción masiva en el diseño. Está fabricado con una mezcla de nylon y acero inoxidable. El siguiente prototipo era más cercano a la producción masiva y el último prototipo fue con el que se inició la fase de pilotaje”, explica Fernández.

El profesor Fernández añade que “el último prototipo está pensado y construido con sistemas de manufactura con capacidad de escalamiento, esto incluye desde la parte mecánica a toda la electrónica involucrada. Por otra parte, hemos tenido bastantes sesiones con doctores que atienden a pacientes con SARS-CoV-2 a diario, por lo que sus informaciones y sugerencias han sido bastante valiosas para mejorar el dispositivo y hacer el trabajo más simple para ellos”.

“Una de las características de este equipo es que puede ser operado desde una distancia de 5 metros del paciente, por lo que el médico puede operar el equipo sin la necesidad de acercarse al paciente o entrar a la sala. Esto facilita bastante la labor de los médicos porque cada vez que deben acercarse a un paciente contagiado deben tomar medidas muy rigurosas de seguridad lo que les consume mucho tiempo”, manifiesta el profesor.

El diseño y fabricación del primer prototipo se hizo en tiempo récord de una semana, por el equipo formado por Daniel Arellano, Andrés Astudillo, Ulises Campodónico, Mauricio Correa, Rubén Fernández, Felipe Inostroza, Javier Ruiz del Solar, y Joakin Ugalde, dirigido por el vicedecano de la FCFM, James McPhee.

## “EL ÚLTIMO PROTOTIPO ESTÁ PENSADO Y CONSTRUIDO CON SISTEMAS DE MANUFACTURA CON CAPACIDAD DE ESCALAMIENTO”

### FASE DE PILOTAJE

Posterior a la fase de desarrollo y prototipaje, la siguiente etapa corresponde al pilotaje, que contempla la generación de un número de copias del dispositivo, que se distribuirán entre usuarios que puedan operarlo, no en condiciones reales, pero esto permitirá al equipo contar con sugerencias para realizar mejoras o cambios potenciales para que puedan ser utilizados como ventiladores de emergencia.

El profesor Fernández señala que “la fase de pilotaje considera una producción acotada de ventiladores con el fin de socializarlo y al mismo tiempo evaluar más precisamente costos y tiempos de producción, se hacen unos últimos ajustes menores con el fin de mejorar la robustez del prototipo y se evalúa qué componentes críticos pueden existir. Posteriormente se definirá la producción masiva de este equipo. Las proyecciones de la producción están íntimamente ligadas a la evolución del COVID-19, lo que hace bastante incierto el número”, explicó Fernández.

Francisco Martínez, decano de la FCFM, destacó que “la experiencia ha sido muy interesante, porque se han dado, en poco tiempo, la vinculación de grupos de trabajo de la Facultad, de la Universidad y también gente que ha colaborado desde la industria, con un entusiasmo y generosidad que ha hecho que esto sea posible y también demuestra que podemos desarrollar este tipo de tecnologías en Chile”, indicó.

### EQUIPO MECÁNICO

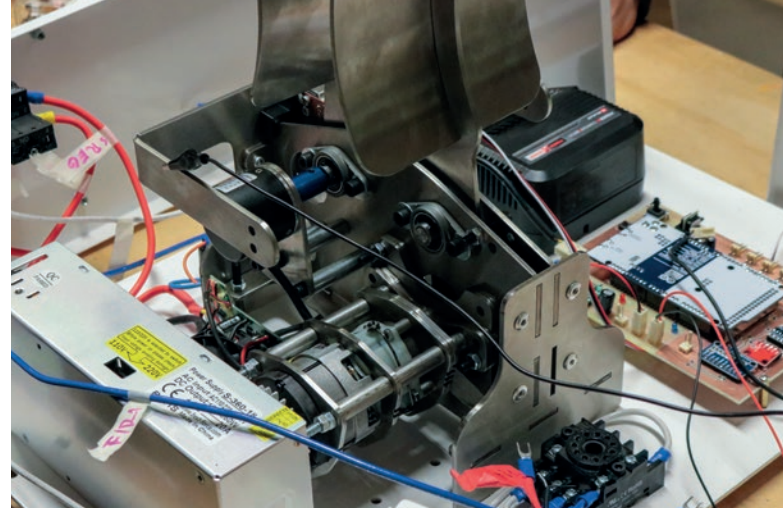
Liderado por el profesor del DIMEC U. de Chile, Rubén Fernández, el equipo mecánico está integrado por el ingeniero civil mecánico del DIMEC U. de Chile, Joakin Ugalde, y los alumnos de ingeniería mecánica, Andrés Astudillo y Ulises Campodónico.

Ugalde explica que se sumó a esta iniciativa como parte del staff del FabLab U. de Chile. “Somos un referente dentro de la Facultad respecto a la materialización de ideas, por lo que era necesario que tomásemos parte, tanto como espacio de trabajo como en los recursos humanos”. Entre el trabajo que le ha tocado desempeñar dice que como ingeniero ha tenido que proponer y evaluar diseños, así como fabricar las componentes con la maquinaria del Fablab, que facilita el prototipado rápido.

“Es muy satisfactorio utilizar las habilidades que me ha dado la carrera al servicio del país en una problemática tan real y urgente. Lo que más me apasiona es el proceso creativo y cómo las ideas se transforman en realidad. Profesionalmente, el contacto con la industria manufacturera ha sido muy enriquecedor. Comprender y trabajar con este actor es algo a lo que debería apuntar la carrera de Ingeniería Civil Mecánica, para potenciar la industria nacional y propiciar el desarrollo del país”, asevera Ugalde.

“Para mí ha sido un desafío gigante compatibilizar largas jornadas de trabajo continuo con las constantes evaluaciones que tengo, sin embargo, el poder apoyar con mis habilidades y conocimiento, colaborando en un proyecto de estas características, da por pagadas las noches sin dormir”, señala el estudiante de cuarto año de ingeniería mecánica, Ulises Campodónico.

Asimismo, el estudiante del DIMEC U. de Chile dice que “he podido compartir mucho tiempo con un equipo muy capacitado, que está dando todo para que este respirador cumpla de la mejor forma posible todos los requerimientos. Hemos resuelto problemas técnicos en conjunto, siempre con el foco de que nuestras soluciones sean compartidas



a quien las requiera, de ahí la importancia de que exista comunicación y colaboración entre equipos que actualmente están trabajando en estos ventiladores, el objetivo es claro”, señala Campodónico.

Del mismo modo, Andrés Astudillo, memorista de la carrera de ingeniería mecánica, quien ha participado en el prototipado, utilizando CAD y CAM, explica: “Esto implica generación de planos, uso de las máquinas CNC del FabLab y las manuales del taller de Molina”. También agrega que ha sido gratificante ser parte del proyecto: “el equipo de trabajo es muy ameno y consciente, destaco su intención de colaborar en busca del objetivo final de contar con la disponibilidad de ventiladores mecánicos robustos, ya que existen muchas instituciones trabajando en lo mismo”.

