

## Demuestran seguridad de equipos de protección utilizando conceptos de Mecánica de Fluidos

*“Las distintas áreas de las ciencias en el mundo se han visto llamadas a realizar un aporte útil hacia el entendimiento de esta enfermedad y su lucha” señaló el Doctor Rodrigo Paz, investigador del Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT, CONICET-UNNE), quien recientemente participó en un trabajo de simulación de la difusión del virus Covid-19 en equipos de protección. Destacó el aporte que la Mecánica de Fluidos puede realizar en el estudio del coronavirus.*

De trabajar en el desarrollo de un modelo físico/matemático/computacional para describir la dinámica de la apertura de paracaídas que se usan en defensa y aeroespacio, a modelar la difusión de partículas del virus Covid-19.

Así fue el transitar en los últimos meses de la labor científica del Dr. Rodrigo Paz, un investigador que trabaja en LS-DYNA/ANSYS, en California, Estados Unidos, pero que también es Investigador Correspondiente de CONICET en el Laboratorio de Mecánica Computacional (LAMEC) que funciona en el Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica “IMIT” (CONICET-UNNE).

El Dr. Paz desarrolla sus tareas profesionales en el campo de la Mecánica de Fluidos y su interacción con la Dinámica de las Estructuras, pero ante la emergencia por la pandemia por Coronavirus, como lo hicieron muchísimos investigadores a nivel mundial de distintas disciplinas, consideró factible realizar un aporte direccionado al entendimiento de la pandemia que mantiene en vilo al mundo.

Recientemente, junto a su colega Facundo Del Pin, también Investigador de LS-DYNA/ANSYS, publicaron una serie de videos para mostrar cómo se produce la difusión de partículas del virus en los equipos de protección. (Ver: <https://www.lanacion.com.ar/ciencia/coronavirus-cuatro-videos-muestran-difusion-particulas-del-nid2357542>).

En diálogo con el área de Prensa de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), el Dr. Paz expuso su satisfacción por la difusión lograda con los videos, pero resaltó que la Mecánica de Fluidos puede ser utilizada en el estudio y entendimiento de un gran número de procesos y aplicaciones relacionadas al virus Covid-19.



Doctor Rodrigo Paz, investigador del Instituto de Modelado e Innovación Tecnológica (IMIT, CONICET-UNNE)

“Quiero destacar el excelente trabajo de proyección internacional que llevan a cabo desde el IMIT (CONICET-UNNE), en particular el equipo del Laboratorio de Mecánica Computacional (LAMEC) bajo la dirección del Dr. Hugo G. Castro” señaló el Dr. Paz en la entrevista con Prensa de la UNNE.

## ¿Cómo surgió la idea de simular la dinámica de difusión de partículas del Covid-19?

Como se está viendo, la gran mayoría de los investigadores y organismos de ciencia alrededor del mundo han redireccionado (o profundizado) sus investigaciones hacia temáticas relacionadas con esta pandemia que nos toca transitar. Investigaciones que pueden ir desde la búsqueda de una vacuna o antiviral hasta la posible predicción de la dinámica epidémica mediante modelos matemáticos.

Casi la mayoría de las distintas áreas de las ciencias se han visto llamadas a realizar un aporte útil hacia el entendimiento de esta enfermedad y su lucha.

En mi caso venía de desarrollar un modelo físico/matemático/computacional para describir la dinámica de la apertura de paracaídas que se usan en defensa y aeroespacio, y que son construidos con telas porosas/permeables las cuales brindan una mayor estabilidad y control en las distintas fases de vuelo de los mismos.

Este modelo es aplicable en general a cualquier tipo de flujo a través de membranas permeables, como puede ser la membrana celular o las máscaras y barbijos quirúrgicos (o de seguridad) que son usados para filtrar partículas de distintos tamaños, pero que permiten el paso de aire para posibilitar la respiración. Con esto queríamos estudiar y modelar la interacción entre la dinámica propia de la respiración y estas máscaras de protección usadas por el personal de salud, y como afectaba al soporte que en este caso es el rostro humano.

Por otro lado también queríamos ver la influencia de la temperatura ambiente y del alcance del jet de aire húmedo que se produce al toser y estornudar junto con la trayectoria que tienen las gotas/partículas de distinto tamaño, y en las cuales el virus es transportado.

## ¿Estiman que lo observado puede servir de insumo para la definición de pautas para el diseño de los equipos de protección? ¿Cuáles fueron las principales observaciones?

De modelos como éstos, que son multidisciplinarios y se resuelven problemas físicos de distinta índole (el flujo de aire,

interacción entre distintos materiales como máscara y piel humana) se pueden estudiar distintos aspectos de funcionamiento y uso de los equipos de protección personal (EPP).

Se pueden evaluar de manera virtual (usando un programa de cálculo) distintos diseños sin la necesidad de verificar su eficiencia y funcionamiento una vez construidos, cosa que llevaría a recomenzar el proceso de diseño y producción.

Se los puede evaluar desde el punto de vista de la captación y filtración de partículas de distintos tamaños como así también en función de los cambios que produce en la mecánica respiratoria, por ejemplo si su diseño de forma y elección de material permiten sostener el ritmo respiratorio necesario sin provocar fatiga o falta de oxígeno, o si retienen en exceso la humedad que producimos al respirar.

También es posible estudiar mejoras en sus sistemas de sujeción alrededor de la cara que comúnmente provocan cicatrices o marcas por su uso prolongado, debido a la tensión que la máscara ejerce sobre el rostro y el mayor contenido de humedad por retención.

Estos estudios, a priori, sirven para mostrar a las empresas fabricantes de EPP que cuentan con un modelo físico/matemático capaz de simular y estudiar distintos escenarios de uso de los equipos.

En particular observamos que ante situaciones diferentes a la respiración normal, como por ejemplo toser o estornudar, no resulta lo mismo usar cualquier tipo de protección.

*“Cuando tosemos o estornudamos esparcimos un spray de partículas con diferentes tamaños”*

Probamos máscaras de uso médico que son muy impermeables y sólo dejan pasar partículas de diámetros por debajo de los 0.3 micrones (1 micrón es 1mm dividido por mil, según algunos estudios se cree que las gotas con carga viral contagiosa pueden medir entre 0.04 y 0.2 micrones) no producen un jet (o proyección del campo de velocidades) muy grande en la dirección en la que se tose y el escape de partículas tiende a ser muy bajo. Por el contrario, para máscaras o barbijos con menores especificaciones de filtrado, la dispersión del jet tendrá mayor alcance y por ende la protección será mínima.

En estas simulaciones también encontramos una explicación cuantificable a la innumerable cantidad de fotos que hemos visto en los medios mostrando cómo el personal de salud obligado a usar EPP en jornadas extendidas termina con marcas y cicatrices en las zonas donde la máscara ejerce mayor presión y tiene más rozamiento con la piel. Este efecto que se ve magnificado por la mayor presencia de humedad retenida producida por las máscaras.

### ¿Podría modelarse la difusión de partículas para establecer otras pautas de prevención del virus, como ser distanciamiento y desinfección de ambientes, entre otros manejos?

En el caso de la dispersión y tracking de trayectorias de partículas que transportan carga viral se pueden inferir y diseñar los funcionamientos correctos de los sistemas de ventilación y aire acondicionado, o la interacción entre un paciente contagiado y el médico, habiendo observado que el efecto de la temperatura ambiente juega un rol muy importante en el movimiento de las pequeñas gotas de saliva se expulsan.

Cuando tosemos o estornudamos esparcimos un spray de partículas con diferentes tamaños, que viajan una cierta distancia en suspensión en el aire para posteriormente caer al suelo. Las más pesadas caen más rápido y más cerca, las más livianas alcanzarán distancias más largas y pueden quedar en suspensión por mayor tiempo. Si se agrega el efecto térmico, las partículas que son eyectadas a mayor temperatura (la corporal) que por ejemplo, la temperatura ambiente en un hospital, pueden elevarse y flotar por mayores distancias aún, o ser captadas por los sistemas de ventilación y renovación de aire.

### ¿Qué otras aplicaciones podría tener las herramientas tecnológicas que ustedes trabajan, de mecánica computacional y dinámica de fluidos, en relación al Covid-19?

Siendo Covid-19 una enfermedad viral cuyo desarrollo compromete principalmente al sistema respiratorio, y siendo la base de este sistema un proceso que básicamente mueve aire húmedo entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares, la Mecánica de Fluidos puede ser utilizada en el estudio y entendimiento de un gran número de procesos y aplicaciones relacionadas.

Puede contribuir, y de hecho sabemos que se usa para el diseño y evaluación de respiradores mecánicos, CPAP's y EPP's en general.

También se usa en el estudio del ciclo respiratorio, como proceso físico y desde un punto de vista anatómico, en particular se estudia cómo es el flujo de aire húmedo a través de todos los órganos que conforman al sistema respiratorio, cómo es el intercambio de calor y humedad con el tejido y mucosa que recubren a esos órganos y si la turbulencia cumple algún tipo de papel en el proceso.

El aire ambiente puede estar a cualquier temperatura y contener determinado porcentaje de humedad (dependerá del clima en donde vivimos), pero cuando éste llega a la altura de la bucofaringe (inmediatamente por detrás de la cavidad nasal) debe haberse condicionado de manera tal que su temperatura es de 36.5C (haga frío o calor) y la humedad del 100% (sea en clima seco o húmedo).

Este proceso de condicionamiento del aire que respiramos puede verse altamente modificado y comprometido en un estadio intermedio o avanzado de la enfermedad. Los enfoques pueden ser muy variados y este tema me recuerda que hace un tiempo atrás publicamos unos trabajos que estudiaban el acondicionamiento del aire en climas extremos como adaptaciones convergentes entre humanos modernos (*H. sapiens*) y neandertales (*H. neanderthalensis*) usando mecánica de fluidos computacional.

### ¿En qué líneas de trabajo venía usted trabajando en el Instituto de Modelado IMIT (CONICET-UNNE)?

La línea directriz de nuestras investigaciones ha sido la Mecánica de Fluidos y su interacción con la Dinámica de las Estructuras o cuerpos como un proceso fuertemente acoplado, con una gran componente matemática y orientada al cómputo distribuido y paralelo (supercomputadoras y/o clusters de computadoras).

Dentro de esta línea hemos realizado investigaciones en áreas como el modelado de Turbinas Eólicas de Eje Vertical, Interacción Fluido/Estructura de Vehículos de Gran Porte (autobuses de dos pisos), Modelado y Generación de Turbulencia, Efectos del Viento sobre Paneles Solares, y Acondicionamiento del Aire en el Sistema Respiratorio Superior, entre otros.

Quiero destacar aquí el excelente trabajo de proyección internacional que llevan a cabo desde IMIT (CONICET-UNNE), con el Dr. Hugo G. Castro y todo su equipo del Laboratorio de Mecánica Computacional (LAMEC, con sede en el Campus Resistencia de la UNNE).

Gracias a esa dedicación y los aportes realizados por el grupo, este año la Asociación Argentina de Mecánica Computacional (AMCA) les ha encomendado la organización del MECOM 2020, el 37mo Congreso Argentino de Mecánica Computacional donde se dan cita los investigadores más prestigiosos y reconocidos del área, provenientes de toda América y Europa.

También quiero aprovechar para reconocer el inmenso e incansable apoyo que recibimos por parte del Dr. Gustavo Aucar, director del IMIT (CONICET-UNNE) y todo el equipo que integra ese instituto, para continuar desarrollando nuestras líneas de investigación y modelado.

## ¿En Estados Unidos en qué proyectos está trabajando?

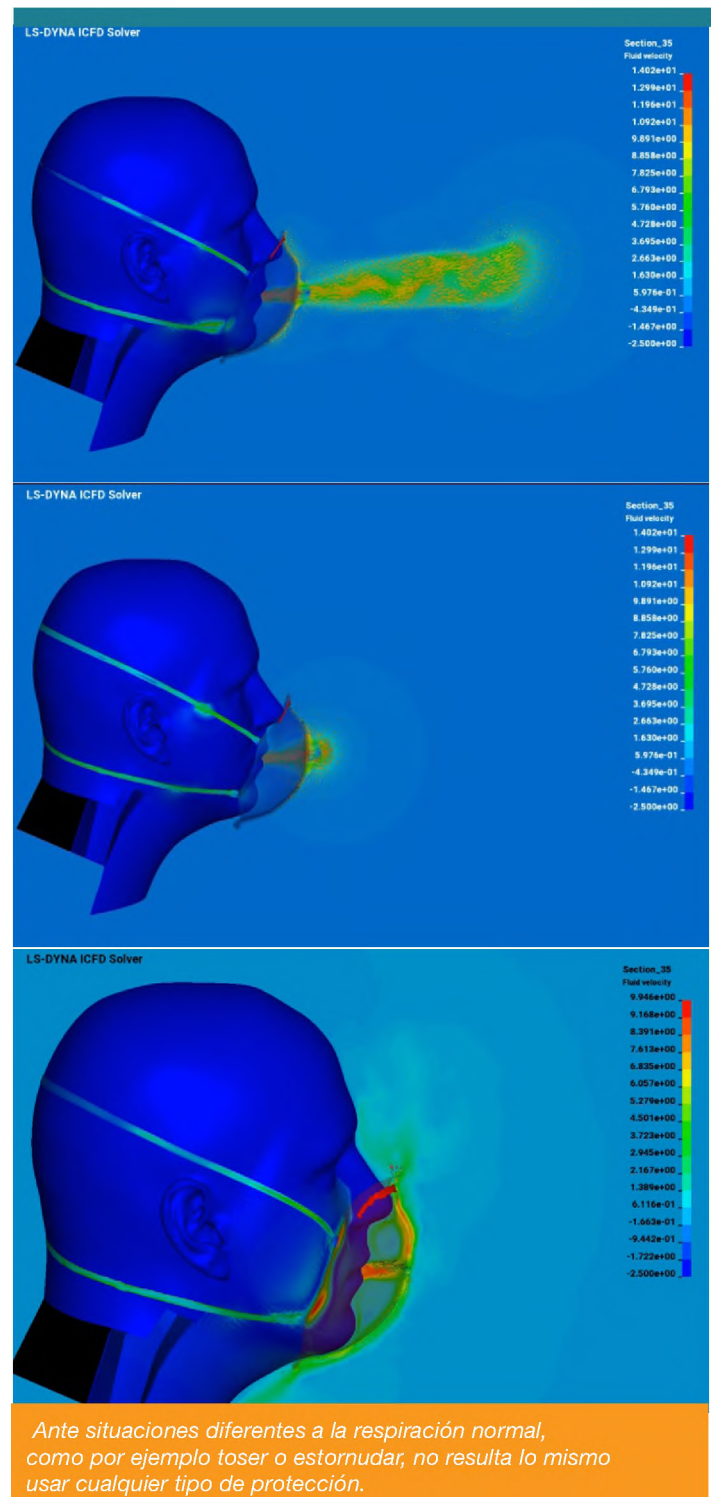
El proyecto general en el cual vengo trabajando se enmarca dentro del desarrollo computacional de modelos físico-matemáticos de campos fuertemente acoplados en mecánica de fluidos y dinámica estructural resueltos por medio del Método de Elementos Finitos y que son usados para resolver/modelar problemas en varias ramas de la física, ingeniería, biomecánica, etc.

Dentro de este marco desarrollamos modelos y damos soporte a gran parte de la industria automotriz global principalmente (por ejemplo Toyota Japón usa nuestro código no sólo para I+D en aerodinámica exterior e interior de vehículos y aviones, sino que también es usado Producción lo cual resulta muy demandante) pero particularmente me gustaría destacar dos grandes proyectos en las áreas de biomecánica y aeroespacio en los que participo con otros investigadores e ingenieros y que son:

*“Cuando tosemos o estornudamos esparcimos un spray de partículas con diferentes tamaños”*

- Un modelo completo acoplado de Electro-Fisiología, Dinámica Estructural y de Fluidos para simular el funcionamiento completo del corazón humano, sus partes y la evaluación de implantes prostéticos (como marcapasos y válvulas sintéticas), y

- La dinámica de apertura, despliegue y vuelo de paracaídas (de uso espacial/defensa) y kites (para generación de energía) fabricados con telas porosas.



Por José Goretta