

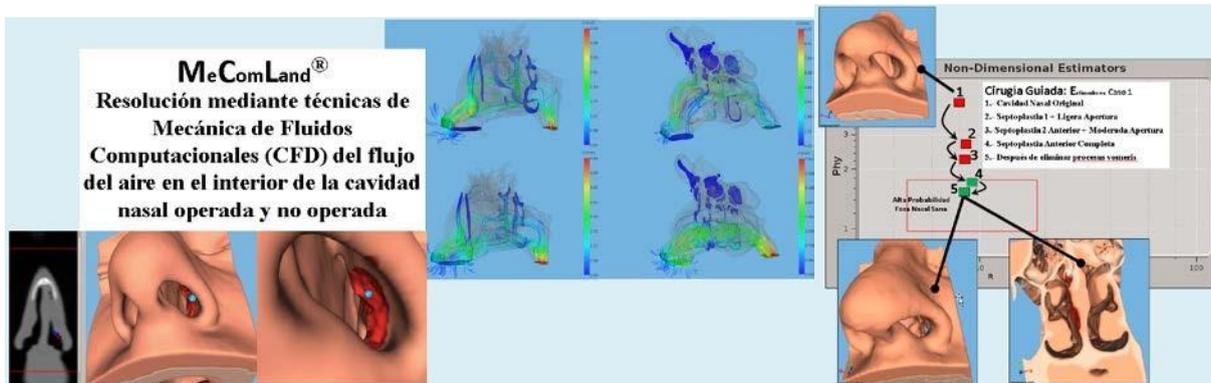
## Herramientas Computacionales para la ayuda al diagnóstico de la obstrucción nasal y a la cirugía en las fosas nasales

### Memoria Explicativa

La geometría de las fosas nasales es muy compleja y, aunque desde un punto de vista fisiológico las estructuras nasales se conocen perfectamente, desde un punto de vista funcional y cuantitativo hay una gran cantidad de fenómenos que ocurren en su interior y que aún son desconocidos. El conocimiento de algunos de estos fenómenos, sobre todo los relacionados con la obstrucción nasal, supondría un gran avance en el diagnóstico de enfermedades nasales y tendrían una gran repercusión en el desarrollo de nuevas metodologías y nuevos dispositivos médicos para la cirugía y el tratamiento de estas enfermedades. Este desconocimiento es en parte responsable del alto grado de insatisfacción que provoca la cirugía nasal. Para hacerse una idea, tan solo en USA se realizan al año unas 370.000 operaciones en fosas nasales con algún tipo de obstrucción congénita o por enfermedad. En torno al 50% de ellas fracasan, lo que supone al sistema privado americano unos 2000 millones de dólares en medicamentos. Los métodos actuales de diagnóstico en fosas nasales son en su mayoría subjetivos o carecen de fundamento científico. El objetivo fundamental de este proyecto es proporcionar herramientas computacionales que proporcionen una información objetiva y con una correcta base científica, que ayuden a un correcto diagnóstico de la obstrucción nasal y a disminuir el porcentaje actual de errores en la cirugía nasal.

Para llevar a cabo este proyecto, se ha tenido que invertir mucho tiempo y esfuerzo en desarrollar y poner a punto los distintos programas de ordenador (softwares) que son necesarios para cumplir los objetivos. Desde el año 2012 se han estado desarrollando en la UPCT una serie de herramientas computacionales, cuyo objetivo fundamental es proporcionar datos objetivos para el diagnóstico de la obstrucción nasal. Estas herramientas están basadas en la Mecánica de Fluidos Computacional (CFD), que permiten resolver el flujo del aire en el interior de las fosas nasales. Este desarrollo ha sido liderado por la UPCT y en él han colaborado varios Hospitales y varias Universidades españolas. Los resultados han sido tres programas informáticos (MeComLand<sup>®</sup>, NoseLand<sup>®</sup> y DigBody<sup>®</sup>) que permiten de una forma casi automática llevar a cabo una simulación CFD en una fosa nasal a partir de una Tomografía Computarizada (CT) o similar, además de permitir modificar esta geometría mediante cirugía virtual tridimensional (3D) y así poder predecir resultados quirúrgicos, y por último permitir la visualización de los resultados CFD en un entorno 3D y endoscópico. Los tres programas están actualmente en la fase de ensayo clínico en Hospitales españoles (Morales Meseguer de Murcia y Virgen del Rocío de Sevilla) y extranjeros (Australia e Italia, y en breve Singapur, Corea del Sur y Estados Unidos).

Este proyecto trata un tema totalmente innovador, el diagnóstico en medicina mediante técnicas de simulación numérica computacional, uniendo a la medicina y a la ingeniería en un entorno común. Hoy en día la simulación numérica está muy presente en casi todos los campos de investigación y desarrollo, empresas de aviación, diseño, automoción, edificación etc. ya disponen de servicios de simulación con los que comprobar y estudiar previamente sus productos antes de lanzarlos al mercado y con la intención de obtener unos resultados innovadores y con unos mínimos errores. De este modo, los tres softwares desarrollados en la UPCT pretenden hacer lo mismo, pero en la rama de la medicina y en especial en la parte de la otorrinolaringología (ORL). Por medio de técnicas computacionales de mecánica de fluidos se pretende detectar enfermedades y problemas respiratorios relacionados con la obstrucción y las malformaciones nasales. Además de ello, uno de los softwares, DigBody<sup>®</sup>, permite al propio médico realizar cirugía virtual en la fosa nasal de su propio paciente y en un entorno 3D. Esto permitirá al cirujano anticipar resultados quirúrgicos antes de realizar la cirugía real en el quirófano. Esta idea ha sido expuesta y presentada en varios congresos a nivel nacional e internacional, y publicada en varios artículos internacionales, y en donde se ha podido observar el gran interés que muestra la comunidad científica y médica, en especial la ORL, por esta nueva y emergente tecnología. Puede verse la web del proyecto <http://www.mecomland.upct.es> en donde puede encontrarse más información. Aunque este producto está siendo utilizado en la rama de la ORL, es posible utilizarlo también en otras ramas de la medicina en donde el fluido no sea el aire. Los módulos desarrollados en este proyecto son lo suficientemente genéricos como para permitir resolver otros problemas en otras estructuras biológicas y con otros fluidos. También se ha desarrollado una nueva técnica o procedimiento de cirugía virtual guiada mediante técnicas computacionales. Mediante este nuevo procedimiento, y utilizando unos estimadores matemáticos adimensionales, el cirujano tiene información objetiva de las mejoras que obtiene o deja de obtener a lo largo de una cirugía virtual. El objetivo es utilizar estos resultados obtenidos durante la cirugía virtual en la cirugía real. Este nuevo procedimiento ha sido recientemente presentado en la oficina de patentes junto con la Universidad de Málaga.



## Viabilidad y potencial de la propuesta

Con este nuevo software de la UPCT y con el nuevo procedimiento de cirugía virtual que hemos desarrollado junto con la Universidad de Málaga, se disminuiría considerablemente la tasa de fracaso en cirugía nasal relacionada con enfermedades de obstrucción nasal. Como se ha dicho previamente, solo en USA la tasa de fracaso en la cirugía nasal es del 50%, ocasionando unos gastos de unos 2000 millones de dólares en medicamentos, estancias en hospitales y repetición de la cirugía. Los métodos actuales de cirugía virtual son completamente subjetivos y al mismo tiempo, se están utilizando herramientas computacionales cuyos resultados están muy alejados de la realidad. Estas cirugías virtuales se realizan actualmente modificando directamente las imágenes bidimensionales de la CT. Los resultados son por tanto muy cuestionables, dada la poca precisión con la que se obtienen. Además, el cirujano realiza la operación del modelo virtual de la fosa nasal (previa a la operación real) en base a sus conocimientos, experiencia y habilidad. Sin embargo, con el software desarrollado en la UPCT y con la nueva metodología, el cirujano es capaz de realizar una cirugía virtual muy real y sobre un modelo 3D que reproduce la cavidad nasal del paciente y permite una visualización 3D en tiempo real durante la cirugía virtual. DigBody es la única herramienta computacional que permite una cirugía virtual 3D y endoscópica. No existe que conozcamos ningún software que permita realizar una cirugía virtual en una estructura anatómica de un paciente en un entorno 3D y endoscópico. Además, el resultado de la cirugía virtual pasa directamente al software de simulación fluida (MeComLand) para obtener los resultados del flujo, y después al software de post-procesamiento y visualización (NoseLand). Al mismo tiempo, el cirujano es guiado a lo largo de la operación virtual en base al movimiento de unos estimadores matemáticos en un plano cartesiano, que van cambiando de valor conforme la morfología nasal es modificada. La operación termina cuando los estimadores entran en una región de alta probabilidad de éxito.

## Cercanía al mercado (grado de desarrollo, costes de industrialización)

El Software y la tecnología están en una fase de ensayo clínico y lista para su comercialización en unos pocos meses. Actualmente no hay ninguna empresa que proporcione un servicio como el que proporcionaríamos con esta tecnología, dada la precisión y velocidad con la que podemos realizar las simulaciones computacionales, así como la construcción de los modelos 3D para cirugías virtuales. La simulación numérica computacional en la medicina es una tecnología novedosa en la ORL y de mucho interés para los médicos. Al tratarse de una tecnología con un ambiente de trabajo casi totalmente informático, los costes de industrialización están vinculados a sistemas informáticos de altas prestaciones para dar a nuestros clientes los resultados más precisos y con el menor tiempo de espera.

## Sectores de aplicación y posibilidad de diversificación

Nuestra tecnología está centrada en el sector de la medicina, en especial en la rama de la ORL. El objetivo es el estudio y simulación del flujo del aire en las cavidades nasales de pacientes con problemas de obstrucción, desviaciones laterales de tabique, pólipos, insuficiencia respiratoria etc. Del mismo modo, es una tecnología fácil de adaptar a otras ramas de la medicina, además, ya se ha innovado con arterias, en las que se estudia el flujo sanguíneo a través de las mismas. Esta innovadora manera de estudiar y analizar el flujo del aire que circulan por el interior de las cavidades nasales puede ampliar su desarrollo y sus simulaciones a otras estructuras anatómicas del cuerpo como el sistema renal, aparato digestivo, oído externo e interno, estudios en el corazón etc.

El principal mercado de esta nueva tecnología es la cirugía nasal, aunque también tendría posibilidad de comercialización en los sectores de la cirugía plástica y de la fabricación de prótesis, debido a las altas capacidades que proporciona el software al poder realizar modificaciones sobre un modelo 3D de la estructura anatómica del propio paciente. En particular, se aplicaría al campo de la Otorrinolaringología. Sin embargo, otro sector que entraría de forma transversal por su alta componente tecnológica, sería el de la computación y el de la robótica.

## Propiedad Industrial

Además, esta línea de investigación ha dado lugar a una patente con examen previo, y a una segunda patente que ha sido solicitada recientemente.

Patente de Invención con Examen

Título: **Dispositivo, sistema y procedimiento para la obtención de curvas rinomanométricas computacionales.** ES 2 608 861 B2

Titulares: Universidad de Málaga (60.0%) y Universidad Politécnica de Cartagena (40.0%).

Inventores: Burgos Olmos, Manuel Antonio; Sanmiguel Rojas, Enrique y Del Pino Peñas, Carlos.

Fecha de concesión: 19.10.2017

Fecha de publicación de la concesión: 26.10.2017

## Barreras legales y sociales

El proyecto está pensado como un servicio de ayuda y mejora del sistema sanitario, con la intención de mejorar la calidad de vida de los pacientes y en especial los del servicio de otorrinolaringología.

## Comercialización de los resultados de investigación

El potencial de los resultados de investigación hace que su proceso de comercialización y de acercamiento al mercado se esté potenciando y apoyando desde la OTRI de la UPCT. Se desea contratar servicios de estudios de mercado al ICEX para explorar las posibilidades de introducción de las tecnologías en Estados Unidos, para lo que se pretende conocer qué empresas pueden tener interés en ello y contactar con ellas. Mediante los contactos comerciales se quiere transferir estas tecnologías con el fin de continuar con la línea de investigación y acercarla al mercado y a la sociedad mediante licencias de las patentes y/o acuerdos de investigación y colaboración con otras entidades del sector biomédico (otorrinolaringología).

Más información: <https://www.flowgy.com/>

Extracto de la noticia de la web de la UPCT

Un modelo tridimensional de la cavidad nasal, junto con un cálculo computacional del flujo del aire en su interior, lo que permite obtener las velocidades, temperaturas y presiones de los flujos de aire a todo color y con estética de videojuego, caracteriza el software que ha desarrollado el investigador de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) Manuel Antonio Burgos Olmos para facilitar intervenciones quirúrgicas gracias a la mecánica de fluidos.

El software, que comercializará la empresa spin-off Flowgy con el lema ‘El poder de la eficiencia médica’, permitirá, partiendo de imágenes obtenidas con tomografía axial computarizada (TAC) o similares, generar modelos tridimensionales en los que se podrá modificar la geometría nasal como lo haría el cirujano, para poder preveer y mejorar los resultados quirúrgicos mediante la cirugía virtual.

“Es muy intuitivo, porque te adentras en la nariz con perspectiva de primera persona, y te permite operar virtualmente para comprobar cuánto mejora el flujo de aire al eliminar obstrucciones nasales”, explica Burgos, profesor del Departamento de Ingeniería Térmica y Fluidos, docente en los grados de Ingeniería Mecánica y Arquitectura Naval de la Politécnica. “Los estudios similares que se realizan actualmente a partir de imágenes TAC son muy costosos, por la carestía y complejidad de los programas disponibles”, añade.

La técnica ya se ha utilizado con éxito con pacientes reales en Sevilla a través de operaciones del catedrático Francisco Esteban, presidente de la Sociedad Andaluza de Otorrinolaringología, y actualmente se están preparando ensayos clínicos con unos 300 pacientes de la Región de Murcia, coordinados por el jefe Otorrinolaringología del hospital Morales Meseguer, Francisco Piqueras. “Al hacer previamente una cirugía virtual, en la que no se toca al paciente, se esperan conseguir operaciones exitosas en un altísimo porcentaje”, señala el investigador de la UPCT, que cita estudios norteamericanos que estiman que alrededor del 40% de las operaciones actuales por obstrucción nasal no son satisfactorias.

Burgos ha presentado su software ante la comunidad científica, en los congresos SCONA celebrados en Londres en 2018 y en Chicago a principios de junio de este año. “Interesó mucho, porque facilita que todos los cirujanos realicen operaciones tan exitosas como los más experimentados y porque será de mucha ayuda en la docencia sanitaria”, comenta.

El investigador está ultimando el lanzamiento comercial del producto asesorado por la Oficina de Emprendedores y Empresas de Base Tecnológica de la UPCT y cuenta con ayudas de la Politécnica de Cartagena para la transferencia de conocimiento. “Flowgy no sólo servirá para guiar operaciones nasales, es exportable a otros muchos campos sanitarios, como la cirugía estética o el diseño de prótesis, así como al análisis en otras estructuras anatómicas y otros flujos biológicos”, señala Burgos, que ha presentado también su software a la compañía murciana de planificación quirúrgica Avamed Synergy.

El investigador ya patentó un rinomanómetro computacional con el que es posible medir cómo evoluciona el aire en ambos orificios de la cavidad nasal a partir de imágenes de ecógrafos. “Hasta ahora los diagnósticos de obstrucción nasal se realizan utilizando rinomanómetros que miden el caudal de aire con un orificio tapado, lo que no se corresponde con la respiración normal del paciente”, sostiene Manuel Burgos.



El investigador Manuel Burgos en su despacho de la UPCT

Para más información:

[transferencia.resultados@upct.es](mailto:transferencia.resultados@upct.es)