



## GRAN BRETAÑA



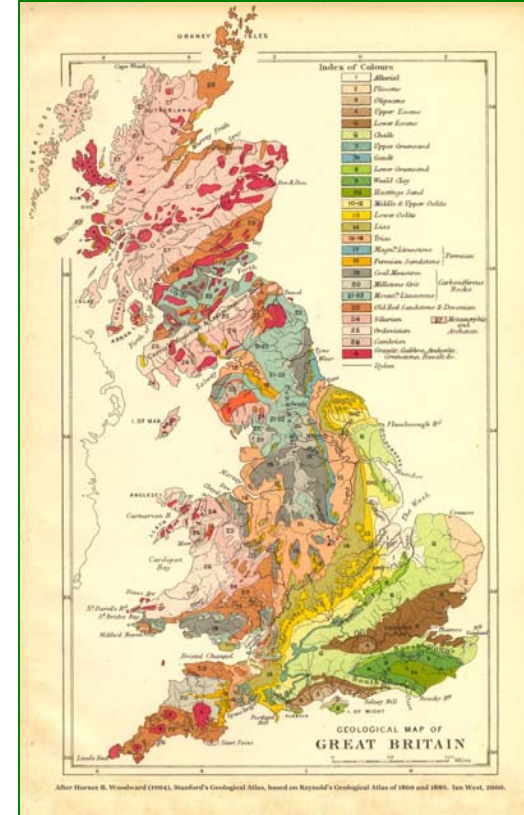
Por ALBERTO FIGUEROA ÁLVAREZ

[King's College London]

Sorprende un poco ver a un ingeniero de caminos trabajando codo con codo con médicos y cirujanos. Al menos no es lo habitual.

Es cierto, son dos áreas muy distintas. Si piensas en los primeros pasos de un estudiante en España, es a los 16 o 17 años cuando decide si escoge la rama de medicina o la de ingeniería. Y desde entonces la formación que reciben es muy diferente. Casi podríamos decir que ni hablan el mismo idioma. Sin embargo, yo creo que hay que tender puentes entre ambas profesiones. En mi caso estudié ingeniería y después me acerqué al tema de la medicina. Cuando me marché a Estados Unidos, cursé un master en Ingeniería Hidráulica y un doctorado en Biomecánica, que fue cuando empecé a estar en contacto con temas médicos. Después estuve seis años trabajando en el hospital de Stanford y allí la inmersión fue total: tomaba las mismas clases, estuve en las operaciones viendo cómo trabajaban los cirujanos... Yo aprendí lo básico en la Escuela de A Coruña, pero después son diez años de formación en el ámbito médico.

“La ingeniería biomédica será la ingeniería de moda en el siglo XXI, del mismo modo que los ingenieros civiles fueron cruciales después de las grandes guerras para reconstruir ciudades e infraestructuras”.





### ¿Es posible, entonces, esa colaboración entre ingeniería y medicina?

Tenemos distintos puntos de vista. Aquí hablamos de ingeniería biomédica, que espero que se pueda impartir en Galicia en los próximos años. Es un área nueva pero el problema es que mucha gente quiere entrar en ella a saco y, aunque tengas una gran formación como ingeniero, si el médico no te entiende, no se va a implicar en tu proyecto. El médico es quien opera y tenemos que ser capaces de explicarle con sus propias palabras las ventajas que le podemos proporcionar en el desarrollo de su trabajo. Son ellos quienes tienen la sartén por el mango, y eso es algo que no todos ven porque entran en el campo de la biomedicina de forma inocente. Es necesario tener una formación, conocer su trabajo, su lenguaje... De lo contrario, no fructificará.

### ¿Cómo se encuentra el sector de la biomedicina en España?

Hay varios grupos en Madrid, Zaragoza y Barcelona, que hacen trabajos interesantes pero no hay programas de grado establecidos. Y eso es fundamental. Se hacen iniciativas de postgrado, pero la clave es tener un grado en Ingeniería Biomédica que cualquiera pueda estudiar y prepararse. Además de ser muy importante para el ámbito académico, también lo es para el mundo real, pues es un campo muy interesante para el desarrollo profesional y empresarial. Podemos decir que en España, la Ingeniería Biomédica está en la más absoluta infancia y sería importante que no nos retrasáramos mucho. En EE.UU. llevan 15 o 20 años haciéndose y en Europa ya lo hay. Sería interesante que España no se quedase atrás en esta ocasión.

### ¿Teme que estemos perdiendo una gran oportunidad?

Ocurre siempre. En España el problema con la investigación es endémico. La investigación no mueve dinero y por eso siempre estamos detrás de lo que hacen otros países. Sólo cuando están muy claros los beneficios, se hace. Y por eso siempre llegamos con retraso. Otros países han visto las oportunidades y se han establecido como centros de referencias. Si no lo hacemos, estaremos en el vagón de cola de los países avanzados.

Usted ha sido noticia por haber aplicado la ingeniería para mejorar la cirugía cardiovascular. ¿Podría explicarnos en qué consiste esa técnica pionera que ha desarrollado?

Todo gira en torno a la simulación por ordenador. Usamos herramientas para simular procesos físicos. Un ejemplo podría ser la Fórmula 1, donde utilizan túneles de viento para simular las condiciones de la carrera y utilizan ordenadores para saber cómo se mueve el aire alrededor del coche; de este modo, intentan optimizar la forma de los componentes del coche para minimizar el rozamiento y maximizar el "efecto suelo". Yo intento hacer algo parecido. Mi aplicación es una simulación de cómo se mueve la sangre en el interior de las arterias de un paciente. Si a través de un TAC tienes clara la anatomía del paciente, con esa información puedes crear un modelo de ordenador que represente cómo es ese paciente y cómo se mueve la sangre en su interior. Son modelos específicos, únicos para cada paciente.

### ¿Qué aplicaciones tiene?

Tiene aplicaciones en tres áreas principales. En primer lugar, en el campo de la investigación médica, para tratar casos de hipertensión y arterioesclerosis. En segundo lugar, en la planificación de cirugías. Cuando un médico se encuentra ante un paciente y tiene que decidir entre varias alternativas para un procedimiento, en ocasiones va a ciegas porque no sabe qué se va a encontrar. Las simulaciones por ordenador del flujo sanguíneo en los vasos del paciente proporcionan un modelo que te permite incluso probar cuál es el mejor tratamiento o técnica a utilizar con ese paciente. Y por último, diseño de mejores implantes médicos. Como los coches, los implantes cada vez tienen que ser mejores y soportar todas las condiciones de carga y deformación. Y la simulación por ordenador te puede ayudar para testar esas condiciones.

### ¿Cree que la simulación por ordenador se terminará implantando en el ámbito de la medicina?

No tengo ninguna duda de que así va a ser en este siglo. Cuando miras al pasado y ves que a la gente le sorprendía que se pudieran construir aviones – que siendo tan pesados, fueran capaces de volar–, esto es lo mismo. Sabemos



que todavía estamos lejos, pero en algún momento será algo normal que, además del TAC, un médico disponga de un modelo tridimensional del interior del paciente. Y así podrá elegir qué técnica o qué implante va mejor, y hacer pruebas “virtualmente” sin temor a dañar al paciente.



#### ¿Y los médicos? ¿Cómo ven la entrada del ingeniero en su campo?

Hay un poco de todo. La historia está llena de ejemplos de gente que cree en el progreso y otros a quienes les asusta. Hay gente entusiasmada con esta tecnología y creo que se terminará imponiendo. De hecho, mis anteriores supervisores de Stanford pusieron en marcha una empresa hace cuatro años que es la primera que hace aplicaciones para diagnósticos de enfermedades coronarias y ya tiene el sello de la Unión Europea. Esto significa que ya se puede utilizar la simulación por ordenador para el diagnóstico en los hospitales de la Unión Europea. En EE.UU. la legislación médica es más complicada, por eso las empresas desarrollan los productos fuera del país. Una vez que demuestran que funcionan, están en condiciones de conseguir el sello de la FDA, que es el equivalente al sello CE. Espero que este mismo año esté en marcha en EE.UU.

Por último, como ingeniero formado en la ETS de A Coruña y con experiencia tanto en EE.UU. como en Reino Unido, ¿considera que la formación que reciben los alumnos en España está a la altura, o se ha perdido algo con respecto a épocas anteriores?

Es difícil comparar el nivel de formación académica en distintas épocas. Es como comparar a Di Estéfano con Cristiano Ronaldo. No dudo de que los

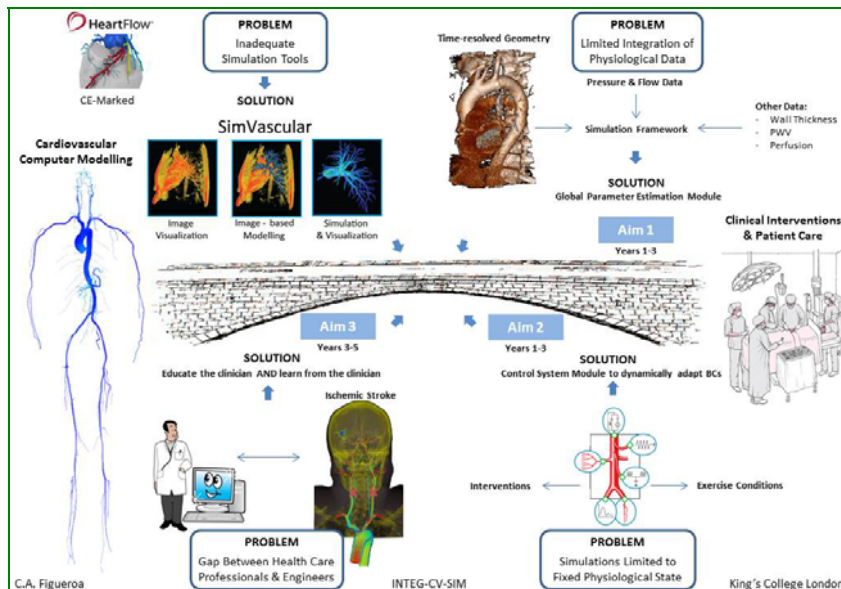
ingenieros españoles tienen una buena formación, porque en esta escuela no te regalan el título. Lo que ocurre es que en España hasta los años 80 el número de licenciados era ínfimo y los alumnos tenían más dedicación de los profesores. Ahora cualquiera puede estudiar, gente que hace 40 años no sería ingeniero. Y creo que España no está peor que en otros países. Los alumnos tienen buena formación. No destacaremos por investigación, pero sí por la calidad de la docencia.

[Extracto, modificado, de la entrevista publicada, en abril de 2012, en la revista VIA 18 (nº20), editada por la Demarcación de Galicia]



## [Anexo]

Descripción del “Starting Grant” concedido por el proyecto: “Un entorno integrado de simulación cardiovascular para modelos ajustados al paciente: aplicaciones a investigación de patologías vasculares, planificación quirúrgica y diseño de implantes cardiovasculares”.



Representación esquemática de las distintas tareas a realizar para impulsar el uso clínico de las herramientas de simulación sanguínea

## Resumen

En los últimos quince años hemos visto avances en las áreas de métodos numéricos y técnicas de imágenes médicas tridimensionales que han hecho posible investigar el comportamiento biomecánico del sistema cardiovascular en modelos anatómicos y fisiológicos ajustados al paciente. Estas investigaciones han estado enfocadas en tres áreas diferentes: la patogénesis

de enfermedades vasculares, el desarrollo de implantes cardiovasculares, y la planificación virtual de cirugías vasculares.

No obstante, y a pesar de estos prometedores comienzos, el uso real en entornos clínicos de herramientas de simulación cardiovascular por ordenador ha sido hasta ahora prácticamente inexistente, estando la mayoría de los estudios restringidos a un ámbito estrictamente académico o de investigación. En este proyecto nos proponemos solucionar este problema. Creemos que la consecución de un impacto real en la clínica de las herramientas de simulación cardiovascular pasa por los siguientes objetivos:

1. La creación de un módulo de software que permita la integración automática de cualquier información de carácter fisiológico y anatómico en el entorno de simulación de flujo sanguíneo. Este módulo estará especialmente diseñado para interactuar con nuevas técnicas de imágenes médicas tales como Resonancia Magnética en 4 dimensiones (4D-MRI) e imágenes de tomografía computerizada sincronizadas con el electro-cardiograma (cardiac-gated CT).
2. La creación de un módulo de software que permita la modificación dinámica de las condiciones de contorno que representan las partes de la vasculatura no que no se pueden reconstruir a partir de la imagen médica. Este módulo permitirá representar cambios en la fisiología del paciente debido a mecanismos tales como el sistema baroreflejo y sistemas locales de auto-regulación arterial en los vasos coronarios, cerebrales, y renales.
3. La formación de un doctor en medicina en el uso de herramientas de simulación de flujo sanguíneo por ordenador. El médico aplicará los módulos desarrollados en la primera parte del proyecto al estudio de una patología vascular concreta: por ejemplo, el estudio y planificación quirúrgica de infartos cerebrales. Al final del proyecto, el médico obtendrá un título de Doctor en Ingeniería Biomédica.

Estamos convencidos de que la ejecución satisfactoria de estos objetivos nos ayudará a acercar las herramientas de simulación por ordenador al entorno



clínico. Nuestra labor es por tanto eminentemente traslacional. Queremos trasladar nuevas tecnologías a la clínica: si lo logramos, estaremos más cerca del gran objetivo final de ejercer medicina cardiovascular de manera realmente personalizada.

¿En qué consiste el proyecto que te han financiado?, ¿Cuánto dinero te darán el final?

El resumen en la página anterior explica los objetivos del proyecto: La idea es desarrollar nuevas herramientas (módulos) de software que integren información clínica con nuestros códigos de ordenador de simulación de flujo sanguíneo. El proyecto tiene tres componentes principales (detallados en la página anterior). El objetivo final es que las herramientas de simulación se utilicen en el día a día del entorno clínico y no solamente en ámbitos académicos o de investigación. Nuestra labor es por tanto eminentemente traslacional. Queremos trasladar nuevas tecnologías a la clínica: si lo logramos, estaremos más cerca del objetivo final de ejercer medicina cardiovascular de manera realmente personalizada.

El proyecto es por 5 años y 1.500.000 Euros.

¿Cómo fue el proceso de selección del "Starting Grant"?

El Consejo Europeo de Investigación (ERC, por sus siglas en inglés) es el mayor organismo Europeo de financiación de proyectos de investigación en todos los ámbitos del saber: medicina, ingeniería, matemáticas, e humanidades.

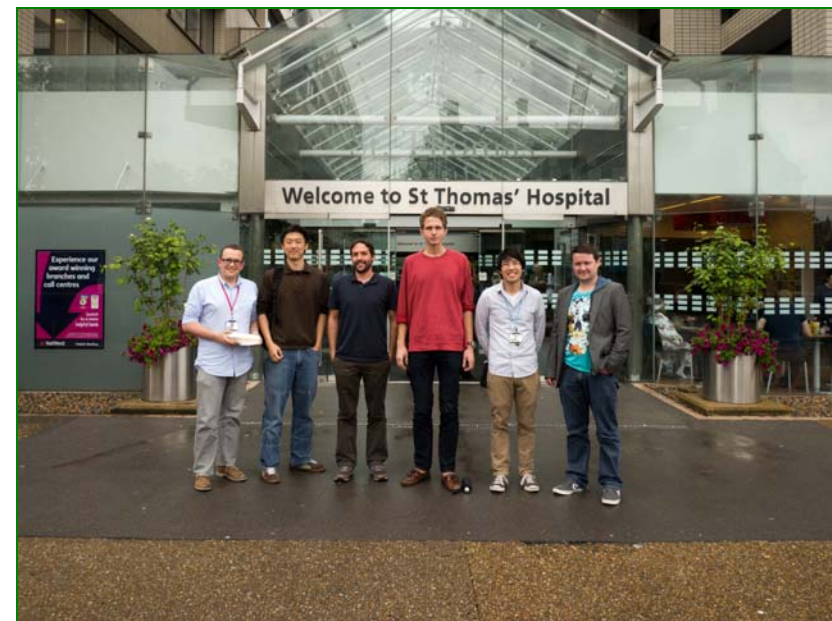
Cada año, el ERC ofrece las "Starting Grants" a las que puede aplicar todo investigador afincado en Europa con un mínimo de 2 y un máximo de 12 años de experiencia post-doctoral.

Estas becas, por la cuantía económica y la duración temporal están diseñadas para facilitar la consolidación científica y académica al más alto nivel del candidato.

Cada año, a mediados de Octubre los candidatos deben enviar su propuesta, que consta de dos partes: Una primera parte que consiste en el currículum y experiencia del candidato, y una descripción somera del proyecto (5

páginas). La segunda parte contiene una descripción detallada del proyecto, incluido el presupuesto.

El candidato/a es evaluado/ inicialmente sólo en base a la primera parte de la propuesta. Si esta primera parte pasa la criba, el candidato/a es invitado a una entrevista personal en Bruselas en los meses de Abril/Mayo. El ERC adopta su decisión final en base al resultado de la entrevista y de la evaluación de la segunda parte del proyecto. Generalmente los resultados finales se dan a conocer a finales del mes de Junio. Es por tanto un proceso largo (9 meses).



En la entrada principal del Hospital de St Thomas: Alberto Figueroa, Nan Xiao (USA), Jesús Requena (España), Chris Zarins (USA), Kevin Lau (UK), Des Murphy (Irlanda)

Las "Starting Grants" se conceden a la persona, por su destacado y prometedor currículum, pero también por el proyecto innovador que presenten. Suelen ser



proyectos arriesgados, situados en lo que llaman la frontera del conocimiento.  
¿Cuál es tu propuesta innovadora?

La propuesta innovadora radica en el desarrollo de técnicas de asimilación de parámetros tales como elasticidad y espesor de las arterias, patrones de deformación, condiciones de contorno de flujo y presión, etc. directamente en el entorno de simulación de flujo sanguíneo. Además, desarrollaremos técnicas que permitan representar cambios en fisiología debidos al sistema baroreflejo y sistemas locales de auto-regulación arterial en los vasos coronarios, cerebrales, y renales. Finalmente, pretendemos formar a un doctor en medicina en el uso de estas herramientas, aplicadas al estudio de una patología determinada, como por ejemplo el infarto cerebral. Al final de este proceso, el médico obtendrá un doctorado en Ingeniería Biomédica.

La ayuda que se concede al investigador es también para que pueda formar un grupo propio de investigación. ¿El tuyo lo vas a montar ahí en Inglaterra, vas a volver aquí o, en definitiva, cuál es tu situación personal?

Después de más de una década formándome en USA, hace un año que me trasladé a Londres y empecé a trabajar como Profesor Titular de Universidad en el King's College London. Mi laboratorio está basado en el St Thomas' Hospital, situado en el centro de Londres, justo en la rivera del Támesis, opuesto al Big Ben. He empezado ya a formar mi grupo de investigación, y con el proyecto del ERC podré contratar a más personal y contar con más y mejores recursos para mi laboratorio. Mi mujer Andrea (que es Americana) se ha aclimatado muy bien a Londres y está disfrutando su trabajo en una empresa de análisis de imágenes médicas.

Un tema más en general. Ingeniería aplicada a la medicina y, en tu caso, a las simulaciones del sistema cardiovascular. ¿Es una ciencia de futuro?, ¿qué podemos esperar de ella?, ¿se ha empezado a implantar en España?

La ingeniería biomédica será la ingeniería de moda en el siglo XXI. Del mismo modo que los ingenieros civiles fueron cruciales después de las grandes guerras para reconstruir ciudades e infraestructuras, los ingenieros de telecomunicaciones para desarrollar la tele-difusión que disfrutamos hoy, y los

ingenieros de software para soportar el 'boom' de Internet, los ingenieros biomédicos serán los especialistas que permitan acercar las tecnologías punteras en materiales, dispositivos, medicamentos, y simulación al entorno clínico, y apoyar de este modo las demandas de una sociedad cuya esperanza de vida es cada vez más larga.

España tiene ya un par de programas de grado en Ingeniería Biomédica. En general estamos un poco atrasados, y los recortes aprobados por el Gobierno en Investigación y Desarrollo no van a ayudar a acercar a España al pelotón de cabeza de esta disciplina.