



Las primeras Jornadas sobre Transferencia y Matemática Industrial de la Real Sociedad Matemática Española, en Santiago de Compostela del 12 al 14 de julio

**Programas que evitan el choque de aviones, modelos de predicción de calidad de agua, turnos laborales más justos: resultados matemáticos que hacen más competitiva a la industria española**

- **Las jornadas sobre Transferencia y Matemática Industrial se enmarcan en los actos con que la Real Sociedad Matemática Española celebra su Centenario a lo largo de 2011.**
- **Participan la española M<sup>a</sup> Jesús Esteban, presidenta de la Sociedad de Matemáticas Aplicadas e Industriales francesa, y el alemán Martin Grötschel, del Zuse Institute Berlin, uno de los principales centros de transferencia de investigación matemática en Europa.**

Madrid, 11 de julio.- El tráfico de aviones ha aumentado tanto en los últimos años que el sector busca la forma de ayudar a los controladores aéreos a evitar conflictos en vuelo. Una mina coruñesa en desuso debe ser cerrada con un lago y las autoridades se preguntan si el proceso pondrá en peligro la calidad del agua. Un equipo de fútbol de la liga de Sudáfrica quiere asegurarse de que su balón beneficiará a su juego. Todos estos retos se resuelven con la ayuda de matemáticos en España, y serán expuestos, junto con muchos otros, en las primeras Jornadas sobre Transferencia y Matemática Industrial de la Real Sociedad Matemática Española (RSME), que se celebran en Santiago de Compostela del 12 al 14 de julio.

Estas jornadas se enmarcan en los actos con los que la Real Sociedad Matemática Española celebra su Centenario, a lo largo de 2011.

Organizadas por Peregrina Quintela y Alfredo Bermúdez de Castro, de la Universidad de Santiago de Compostela, las jornadas tendrán lugar en la Facultad de Matemáticas de esta Universidad y contarán con la participación de la Directora General de Transferencia de Tecnología y Desarrollo Empresarial del ministerio de Ciencia e Innovación, Margarita Segarra; el Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Xunta de Galicia, Ricardo Capilla Pueyo; y el Director General del CDTI, Arturo Azcorra.

Los especialistas europeos participantes en las jornadas mostrarán casos de éxito en el ámbito de la transferencia de tecnología matemática al sector productivo. Estas colaboraciones entre el mundo académico-científico y el industrial abarcan temas tan diversos como el análisis de riesgos en finanzas; la predicción de la calidad del agua de lagos formados en minas a cielo abierto; la modificación en tiempo real de rutas de aviones en vuelo para evitar su proximidad a otras aeronaves; la mejora de componentes esenciales en procesos de fabricación de silicio; la monitorización de procesos químicos; la simulación numérica de máquinas eléctricas; o la planificación de industrias culturales (ver explicación de algunos ejemplos más abajo).

Detrás de todas estas experiencias están los departamentos de I+D de empresas como Analistas Financieros Internacionales (AFI), FerroAtlántica I+D, GMV Aerospace and Defence, S.A, Lignitos de Meirama, Open Grid Europe GmbH, ORONA, Qlucore o UBE CORPORATION EUROPE, S.A.

Entre los participantes destacan M<sup>a</sup> Jesús Esteban, presidenta de la Sociedad de Matemáticas Aplicadas e Industriales francesa (SMAI); Matti Heilio, presidente del comité de educación del Consorcio Europeo para las Matemáticas y la Industria (ECMI); Martin Grötschel, vicepresidente del Zuse Institute Berlin, uno de los centros más importantes de transferencia de investigación matemática en Europa; y José Luis Fernández, de la Universidad Autónoma de Madrid, director de la Revista Matemática Iberoamericana publicada por la RSME y uno de los principales expertos en la gestión de riesgos financieros.

## **Los retos y sus soluciones. Algunos ejemplos**

### **Cómo prevenir que los aviones se acerquen demasiado**

El aumento de la demanda del tráfico de aviones ha convertido la búsqueda de sistemas de ayuda a la decisión de los controladores

aéreos en una de las áreas de investigación más activas en el sector, en especial para evitar que los aviones en vuelo se aproximen demasiado y violen las distancias mínimas de seguridad. Las técnicas hoy disponibles indican al piloto qué maniobras realizar, poniendo la responsabilidad en manos de una persona. En un proyecto en colaboración con la empresa española GMV Aerospace and Defence, liderado por Boeing Research & Technology Europe, Francisco Javier Martín Campo, actualmente en la Universidad Complutense de Madrid, ha desarrollado dos sistemas que previenen los conflictos aéreos mediante maniobras de velocidad y altura.

Partiendo de las configuraciones iniciales en el plan de vuelo de cada avión (posición, velocidad, ángulo de dirección, etc.), el programa encuentra la configuración óptima respetando las distancias mínimas de seguridad. Mediante métodos numéricos avanzados, el programa juega con la velocidad y altura óptimas para cada aeronave. En un futuro tendrá en cuenta también las maniobras de cambio de giro. Parte del trabajo ha sido publicado recientemente en una de las mejores revistas del área, *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*.

### **El lago de la mina de LIMEISA (Cerdeja, Coruña)**

En el municipio coruñés de Cerdeja se proponía la formación de un lago artificial para clausurar una mina a cielo abierto en desuso. Pero, tras 25 años de explotación minera en ese espacio, la empresa responsable –Limeisa– debía asegurar que la calidad del agua fuese lo suficientemente buena, de acuerdo con la normativa vigente, para poder conectarla a la red de embalses de A Coruña. La respuesta ha venido desde las matemáticas, en particular, mediante la simulación numérica. En su tesis doctoral, Luz María García García (Instituto Español de Oceanografía, A Coruña) utilizó nuevas técnicas matemáticas para desarrollar un modelo geoquímico de las reacciones químicas que tienen lugar en el lago e influyen en la calidad del agua. Los resultados obtenidos en su momento anticipaban que la situación final sería favorable: el lago cumpliría en general la normativa vigente. El modelo geoquímico ha sido publicado en la revista *Applied Numerical Mathematics* el pasado mayo, y puede ser aplicado a cualquier problema de calidad de aguas.

### **Turnos laborales más justos en EuskoTren**

El grupo de Mikel Lezaun, en la Universidad del País Vasco, ha colaborado con la empresa EuskoTren para elaborar una asignación anual de los turnos de trabajo a los conductores, que sea más equitativa y a la vez más completa, que contemple los aumentos de servicios por fiestas y días especiales. Hasta ahora la compañía había afrontado este problema a mano, pero el reto se complicaba si se quería incorporar las preferencias de todos los trabajadores y conseguir una carga equitativa del trabajo. El equipo de la UPV/EHU también ha trabajado en problemas similares para Metro Bilbao y FEVE (Ferrocarriles Españoles de Vía Estrecha), en este caso para el personal de estación.

### **Aviones sin hielo en las alas (y balones de fútbol ‘ganadores’)**

Un problema clásico en la aviación es evitar la acumulación de hielo en los aviones. Los aviones atraviesan a menudo nubes con gotas aún líquidas, pero a temperatura por debajo de la de congelación. El propio avión puede funcionar entonces como un núcleo sobre el que las gotas efectivamente se congelen, y para evitarlo se emplean sistemas de calefacción muy caros. Para optimizar su uso las compañías recurren a modelos que simulan el proceso de formación de hielo en esas circunstancias. Tim Myers, del Centre de Recerca Matemàtica (CRM), en Barcelona, ha desarrollado los modelos de formación de películas de agua y solidificación que emplean actualmente diversas compañías europeas.

En las jornadas, Myers explicará también otro modelo de desarrollo exitoso de su grupo: el estudio de cómo surca el aire un balón de fútbol. Este trabajo sirvió para asesorar a un equipo de la liga sudafricana sobre qué balón escoger (en muchos países el equipo anfitrión escoge balón): en efecto, el equipo en cuestión sólo perdió los partidos que no jugó en casa.

### **Un electrodo español para fabricar silicio metal, líder en el mundo**

En los hornos metalúrgicos de producción de silicio los electrodos son cilindros de varios metros de longitud formados por materiales conductores de la electricidad, y su función es justamente esa: conducir la corriente eléctrica. El grupo español Ferroatlántica lidera el mercado mundial con la comercialización del electrodo ELSA, que optimiza los costes de fabricación de silicio metal. Los métodos de simulación numérica desarrollados por el grupo de investigación del Departamento de Matemática Aplicada de la Universidad de Santiago de Compostela, dirigido por Alfredo Bermúdez de Castro, permiten comprender el funcionamiento de este electrodo y mejorarlo, sin necesidad de recurrir

a costosos experimentos de laboratorio. Pilar Salgado, en su conferencia conjunta con Javier Bullón (director de Ferroatlántica I+D), expondrán en su intervención los trabajos de simulación numérica del electrodo ELSA y otros proyectos con Ferroatlántica I+D orientados a optimizar y desarrollar tecnologías innovadoras en la producción de silicio.

**Más información:**

Jornadas sobre Transferencia y Matemática Industrial de la Real Sociedad Matemática Española (RSME):

<http://matematica.nodo.cesga.es/RSMEIndustria>

**Organizadores:**

Peregrina Quintela Estévez, Dpto. Matemática Aplicada, Universidad de Santiago de Compostela,

Tel. 881813223

[peregrina.quintela@usc.es](mailto:peregrina.quintela@usc.es)

**Sobre el Centenario:**

Las actividades que conmemoran el Centenario de la RSME suman en total más de 200 conferencias y sesiones especiales, a lo largo de 2011 en toda España. Consultar programa en [www.rsme.es/centenario](http://www.rsme.es/centenario).

Adolfo Quiros, Universidad Autónoma de Madrid, [adolfo.quiros@uam.es](mailto:adolfo.quiros@uam.es).  
Tel: 629 035 561

**Real Sociedad Matemática Española:** [www.rsme.es](http://www.rsme.es)

Centenario de la RSME: [www.rsme.es/centenario](http://www.rsme.es/centenario)

**Gabinete de Comunicación Centenario RSME:**

Ágata Timón/Lorena Cabeza: 91 742 42 18

Mónica G. Salomone: 649 934 887

Ignacio F. Bayo: 610 908 224

[divulga@divulga.es](mailto:divulga@divulga.es)