

Geomática y Fotogrametría, tecnología 3D para recuperar la historia



## Big Data: el futuro a través de los datos



El vehículo autónomo circula hacia el futuro



La experiencia de Silvia Espinosa en el MIT



UPM  
Solutions

Soluciones tecnológicas para los problemas reales de las empresas

JULIO 2015 - n° 31

UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

## S U M A R I O UPM



POLITÉCNICA

REVISTA UPM (NUEVA ÉPOCA) Nº 31

CONSEJO EDITORIAL:  
ETS DE ARQUITECTURA Antonio Mas-Guindal  
ETS AERONÁUTICAS Vanesa García  
ETS AGRÓNOMOS Rosa Berroa  
ETS DE CÁMIDAS, CANALES Y PUERTOS Manuel Romana  
ETS INDUSTRIALES Ángeles Soler  
ETS DE MINAS Y ENERGÍA Manuel Hervás, Ana García Laso  
ETS DE MONTES Sigfredo Ortuño  
ETS NAVALES Diana Cuervo  
ETS DE TELECOMUNICACIÓN José Ramón Tapia, Alberto Hernández  
ETS EN TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA Rigo Molina  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE (INEF)  
Francisco Javier Calderón Montero  
ETS INFORMÁTICOS Ricardo Imbert, Pedro Moreno  
ETS DE EDIFICACIÓN Víctor Sardá  
ETS DE INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS Pilar Manzano  
EUT AERONÁUTICA Marta Sánchez-Cabezudo  
EUT AGRÍCOLA Daniel Palmero Llamas  
EUT FORESTAL Leticia de Salas  
ETS DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL Isabel Carrillo  
ETS DE INGENIERÍA CIVIL Javier Olmedo  
ETS DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN Rafael Herradón  
CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID -CENTRO ADSCRITO-  
Mercedes Jamart, Laura Luceño  
RECTORADO Inés Bernabeu, Victoria Ferreiro, Cristina Pérez,  
Jesús Vázquez Minguela

CONSEJO DE REDACCIÓN (CR):  
Gabinete de Comunicación UPM

FOTOGRAFÍA:  
Pascual González  
Banco de imágenes FOTOLIA  
Págs. 2 y 3: IBM  
Pág. 7: Morten Geday / Proyecto RAPTADIAG  
Págs. 10-13: Yolanda Torres  
Págs. 16 y 17: INSIJA  
Pág. 18: CAR (UPM-CSIC)  
Págs. 19-21: Silvia Espinosa  
Págs. 23 y 24: José Antonio Gordo / Repsol  
Pág. 25: Delegación de Alumnos UPM  
Sumario y pág. 28: OeWF Katja Zamella-Kux  
Págs. 26, 27 y 28: OeWF Paul Santek  
Pág. 29: OeWF Daniela Humml  
Págs. 30 y 31: Victoria Carbonell  
Págs. 32 y 33: Videona  
Págs. 39-41: Ruth Maicas  
Págs. 42 y 43: Laboratorio de Fotogrametría UPM  
Págs. 44 y 45: Alberto Campo Baeza  
Págs. 46 y 47: Ignacio Ferrando

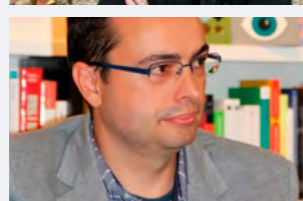
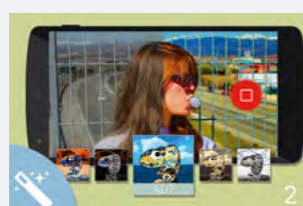
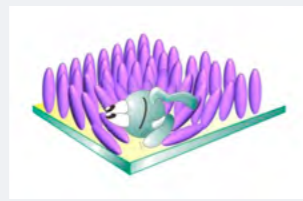
DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN:  
Servicio de Programas Especiales y Diseño Gráfico.  
Unidad de Diseño Gráfico.

REDACCIÓN Y PUBLICIDAD:  
Gabinete de Comunicación UPM  
comunicacion@upm.es Tel.: 91 336 3637

ISSN: 1699-8162  
DEPÓSITO LEGAL: M-51754-2004

www.upm.es

La revista UPM respeta las opiniones expresadas en las colaboraciones firmadas, aunque no se hace necesariamente solidaria con las mismas.



UPM - PUNTO DE ENCUENTRO

**Big Data: el futuro a través de los datos** 1

UPM - INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

**Nuevas tecnologías para la búsqueda de microbios** 6

**Incendios forestales en España, ¿hacia dónde vamos?** 8

**Yolanda Torres investiga en el ámbito de la Ingeniería Sísmica** 10

**El vehículo autónomo circula hacia el futuro** 15

**En busca de la energía de las estrellas** 19

Otras noticias de INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN 21

UPM - ESTUDIANTES

**El efecto botijo aplicado a la edificación** 23

**Poliencuentro 2015** 25

Otras noticias de ESTUDIANTES 25

UPM - ANTIGUOS ALUMNOS

**Íñigo Muñoz, astronauta análogo del OeWF** 26

**Entrevista a Victoria Carbonell, ingeniera de montes por la UPM** 30

UPM - UNIVERSIDAD ABIERTA

**Investigadores de la UPM desarrollan la app Videona** 32

**Programa UPM Solutions** 34

Otras noticias de UNIVERSIDAD ABIERTA 34

UPM - CRÓNICA UNIVERSITARIA

**Nueva oferta académica de la UPM para el curso 2015-16** 36

**Javier Olmedo, director de la ETS de Ingeniería Civil** 37

Otras noticias de CRÓNICA UNIVERSITARIA 37

UPM - CULTURA

**Ciencia Ficción e Ingeniería** 39

**Tecnología 3D para recuperar la historia** 42

**Alberto Campo Baeza sugiere leer a Marco Aurelio** 44

**Biblioteca Histórica UPM** 44

UPM - EN SEGUNDO PLANO

**Entrevista al escritor Ignacio Ferrando,**

titulado por la ETS de Edificación, donde ha impartido docencia 46



## Big Data: el futuro a través de los datos

"Big Data es el nuevo petróleo", ha asegurado repetidamente la comisaria europea Neelie Kroes, responsable de la Agenda Digital de la UE hasta el pasado año. Y es que el procesamiento de datos masivos constituye hoy un recurso para crear innovación y una ventaja competitiva para todos los sectores, organizaciones, países y regiones.

Cada minuto, el mundo genera 1.700 billones de bytes de datos, lo que equivale a 360.000 DVD. Esta información procede de diversas fuentes, como personas, máquinas o sensores, y puede tratarse de datos climáticos, imágenes por satélite, fotos y vídeos digitales, registros de operaciones o señales de GPS.

Según un estudio realizado por la consultora IDC, de 2005 a 2020 se espera que el tamaño del universo digital se multiplique por 300, creciendo de 130 *exabytes* (un *exabyte* es un millón de *gigabytes*) a 40 mil, duplicándose anualmente la cantidad de datos digitales. Esto significa que se almacenarán 5.200 *gigabytes* por ser humano. Un nivel de complejidad alcanzado tanto en los datos como en su análisis, que impide que se puedan tratar con el software tradicional. Y es ahí donde surge el Big Data.

Los CEO de muchas compañías tecnológicas a nivel mundial se suman a la tendencia de considerar Big Data como el "nuevo petróleo de la economía digital", debido a las inmensas oportunidades de negocio que se esperan con su aplicación masiva en diferentes áreas. Finanzas y seguros, Automoción, Energía, Salud, Telecomunicaciones, Logísti-

ca, Educación y Administración Pública son algunos de los grandes sectores donde se prevé una gran generación de riqueza y de puestos de trabajo para quien consiga encabezar este campo a nivel mundial.

La Unión Europea tiene el propósito de liderar el desarrollo tanto científico como tecnológico de Big Data pues, a día de hoy, se reconoce abiertamente que ya no se puede competir con Estados Unidos y Asia en sectores tecnológicos clave, como el diseño y desarrollo de hardware. Sin embargo, se albergan grandes esperanzas de, esta vez sí, coger a tiempo el tren del nuevo reto tecnológico que acaba de emerger: las tecnologías basadas en Big Data.

### Un sector en expansión

Según diversos estudios, el Big Data tiene el potencial de contribuir directamente con 206 billones de euros en la economía de la UE para el año 2020. Tal y como apunta demosEUROPA, "globalmente, en 2020, el Big Data y los datos públicamente accesibles (Open Data) pueden incrementar el PIB europeo en un 1,9%, o lo que es lo mismo, el equivalente a un año completo de crecimiento en la Unión

Europea<sup>1</sup>. Esto tendrá un impacto positivo en la creación de empleo y se espera generar 3,75 millones de puestos de trabajo en toda la UE en 2017<sup>2</sup>.

Es por esto que la Comisión Europea está invirtiendo grandes esfuerzos en financiar iniciativas y proyectos de investigación e innovación en torno a este nuevo paradigma. A finales de 2014, la UE firmó una cPPP (*contractual Public Private Partnership*) denominada *Big Data Value* junto con la asociación BDVA (*Big Data Value Association*), de la que la UPM es socio fundador. "Los objetivos de la asociación son impulsar la investigación, desarrollo e innovación en Big Data en Europa, así como fomentar una percepción positiva de esta nueva disciplina", afirma Ernestina Menasalvas, investigadora de la UPM.

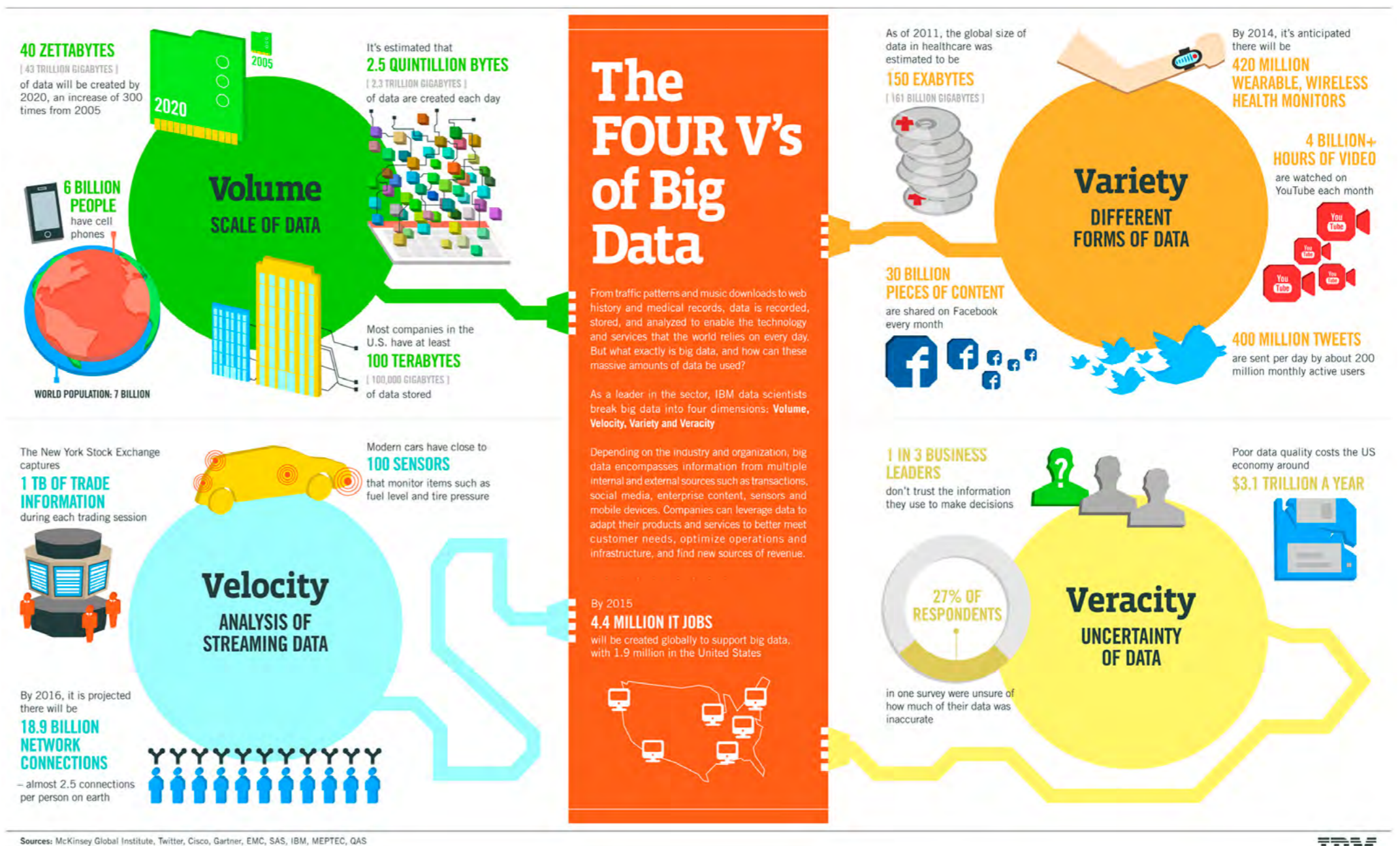
La finalidad de la UE es incentivar la investigación e innovación en este campo con el reto de que las empresas europeas lideren a nivel mundial este nuevo cambio de paradigma tecnológico. Las grandes compañías, así como las pequeñas y medianas empresas europeas, ya están observando el potencial de Big Data como un cambio disruptivo de los modelos de negocio y de mercado, y están comenzando a explotar sus oportunidades. Como reflejan algunos informes, la adopción de Big Data en Europa está creciendo<sup>3</sup>: el 30% de las compañías occidentales europeas adoptarán Big Data a finales de 2015<sup>4</sup>. Para el 70% restante, es necesario contar con nuevas herramientas y recursos que les permitan adoptar una economía basada en los datos.

**Pero, ¿qué es Big Data?**

No existe una definición estándar, pero podemos decir que el término Big Data surge porque la diversidad, complejidad y volumen de los datos que se están generando, almacenando y analizando actualmente, requieren de nuevas arquitecturas, algoritmos y técnicas de análisis para gestionarlos y extraer el conocimiento que estos datos "escondan". Esta complejidad se expresa en cuatro dimensiones, las denominadas "cuatro 'v' del Big Data": el Volumen o cantidad de datos que se están generando; la Velocidad con la que los datos se generan, transmiten y analizan; la Variedad en los tipos de datos (texto, imagen, video, etc); y la Veracidad o Valor, es decir, el intento de eliminar o minimizar la incertidumbre que se tiene sobre los datos para no generar un conocimiento sesgado.

En cuanto a sus aplicaciones, existe una infinidad de campos que pueden extraer valor de los datos a partir de Big Data. En sectores como el de la salud, se están promoviendo aplicaciones que dependen del cambio demográfico y del bienestar de las personas, muchas de ellas basadas en el análisis de las historias clínicas de los pacientes o en los dispositivos *wearables* o "ponibles" que están adquiriendo un gran protagonismo en los últimos años. Además, se estima que para 2015 el hospital medio tendrá dos tercios de un *petabyte* de datos de pacientes, el 80% de los cuales serán datos no estructurados, de los que una gran cantidad se corresponderán con datos de imagen, como CT y Rayos-X.

<sup>1</sup> "Big and open data in Europe - A growth engine or a missed opportunity?", Sonia Buchholtz, Maciej Bukowski, Aleksander niegocki (Warsaw Institute for Economic Studies), report commissioned by demosEUROPA, 2014.  
<sup>2</sup> Big Data Value calculation based on <http://www.eskillslandscape.eu/ict-workforce-in-europe/> (also re footnote '7')  
<sup>3</sup> "The European Data Market", Gabriella Cattaneo, IDC, presentation given at the NESSI summit in Brussels on 27 May 2014, available online at: [http://www.nessi-europe.eu/?Page=nessi\\_summit\\_2014](http://www.nessi-europe.eu/?Page=nessi_summit_2014)  
<sup>4</sup> IDC European Vertical Markets Survey, October 2013



Otro ejemplo es el mantenimiento predictivo de vehículos y maquinaria en general. A través de la instrumentación de la maquinaria, se consigue generar datos en tiempo real sobre sus métricas: es lo que se conoce como M2M (*machine-to-machine*). Estos datos se analizan en tiempo real para detectar problemas antes de que éstos generen una avería. De esta forma, se puede iniciar el mantenimiento de los vehículos o maquinaria antes de que se averíen, dejen de prestar servicio y originen problemas más caros de resolver.

En el área del transporte, el uso de Big Data busca la eficiencia energética y la creación de medios de transporte que sean más inteligentes, reduciendo los niveles de contaminación mediante la utilización de otras tecnologías emergentes. Para ello, se extrae el conocimiento contenido en los datos generados por una gran red de sensores.

**Big Data, redes y Smart Grid**

En el campo de las telecomunicaciones, las técnicas de Big Data nos hacen pensar en componentes de *deep-analytics* que permitan actuar de forma automática y proactiva sobre los subsistemas que controlan el tráfico que atraviesa una red. Estos componentes podrían analizar el tráfico dentro de la red en tiempo real, con objeto de detectar intrusiones y actuar de forma proactiva sobre los elementos de la red.

En este marco, el equipo de Alberto Mozo, investigador de la UPM, está dirigiendo el proyecto FP7 ONTIC (*Online Network Traffic Characterization*), financiado por la Comisión Europea. Su objetivo es proponer, investigar, diseñar e implementar nuevos mecanismos y técnicas de aprendizaje automático y minería de datos que resuelvan los problemas de caracterización e identificación del tráfico de red de un operador de telecomunicaciones, en un escenario actual

de dimensiones Big Data. "Este problema debe ser resuelto tanto desde una perspectiva científica como tecnológica, ya que en la actualidad no existen algoritmos que puedan manejar con precisión los ingentes volúmenes de datos que cruzan las redes de los operadores de telecomunicaciones", afirma Mozo. Teniendo en cuenta que se espera que en el año 2020 tengamos alrededor de 50.000 millones de dispositivos conectados a Internet, este problema ya se considera como Big Data, tanto por el volumen como por la velocidad a la que se genera el tráfico de red, y, por tanto, "debe ser abordado de inmediato y de una forma radicalmente diferente a como se ha tratado hasta el momento", añade.

Otras de las áreas de aplicación de Big Data es la denominada *Smart-grid*. Esta iniciativa consiste en que los proveedores de energía eléctrica doten a su infraestructura de *Smart-meters* o contadores inteligentes. Estos contado-

res proporcionarán métricas detalladas del consumo y podrán detectar en tiempo real qué tipo de electrodoméstico o aparato eléctrico se ha encendido en cada hogar o negocio. Esto se hace analizando la firma de cada aparato eléctrico mediante la forma de la curva de consumo que exhibe al encenderse o apagarse. Así, mediante tecnologías de Big Data, las compañías eléctricas podrán hacer estimaciones muy precisas del consumo a corto plazo y adaptar la producción de energía, pudiéndose ahorrar billones de euros a nivel mundial.

Y es que, gracias a Big Data se espera poder mejorar en torno al 1% la eficiencia de los procesos en todas las áreas industriales y de negocio, lo que supondrá un ahorro de centenares de billones de euros en una década (ver tabla para observar la cuantificación de diferentes beneficios en diversos sectores). También se podrán ofrecer servicios personalizados a los ciudadanos de acuerdo a sus gustos y necesidades.

#### Seguridad y calidad de los datos

Junto a las múltiples oportunidades que ofrece, Big Data plantea problemas aún no resueltos: las series de datos actuales son tan inmensas y complejas de tratar que requieren ideas, herramientas e infraestructuras nuevas.

También necesitan el marco jurídico, los sistemas y las soluciones técnicas adecuados para garantizar la intimidad y la seguridad. La protección de datos en este campo es crítica, más aún con el desarrollo de aplicaciones en la nube y los procesamientos masivos, especialmente, en el caso de datos sensibles, como es la salud. "La securización de los datos y la anonimización de los mismos en los sectores en los que sea posible ha de ser una prioridad para garantizar las normas que la sociedad ha impuesto. Deben desarrollarse nuevos estándares de seguridad y algoritmos de análisis de datos que garanticen la protección y la privacidad de los mismos y de los hallazgos que se puedan encontrar en aquellos casos que sea necesario", afirma Ernestina Menasalvas, investigadora de la UPM.

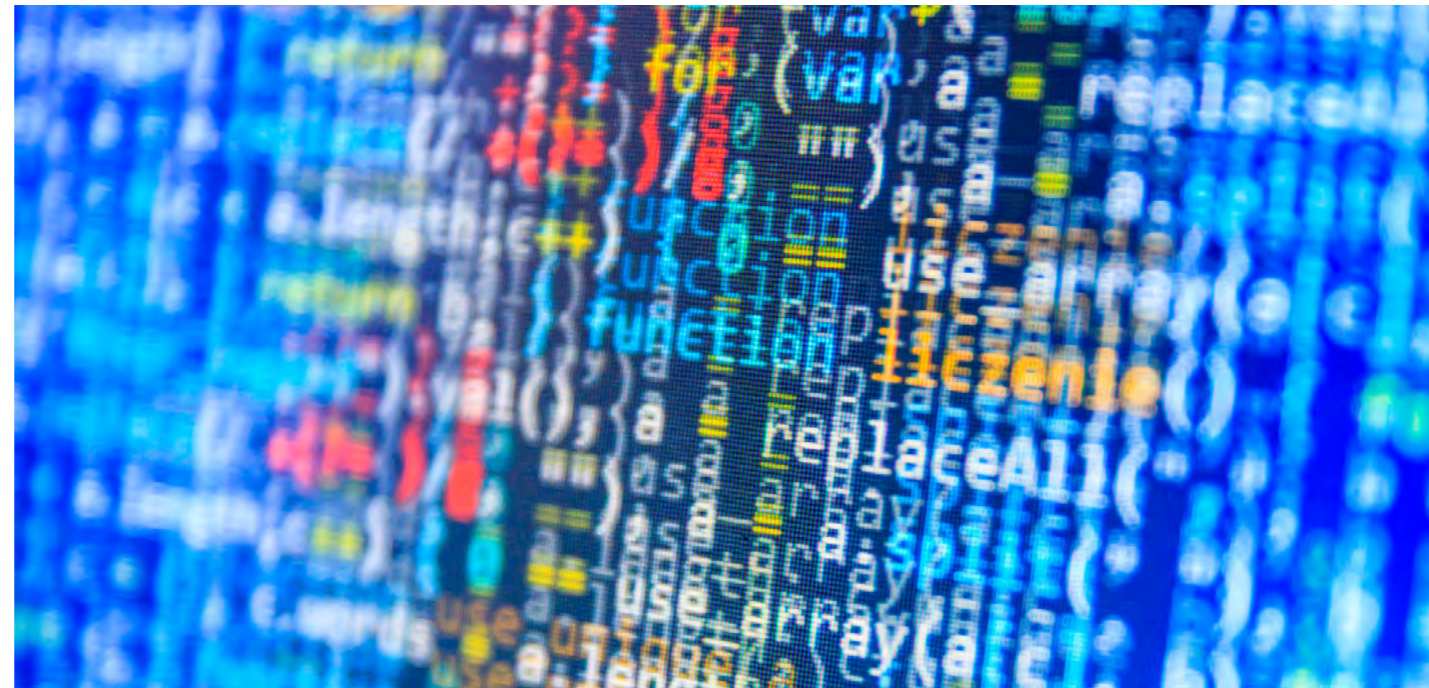
En cuanto al aspecto técnico, nos encontramos con retos en múltiples dimensiones. Por un lado, se necesitan herramientas, modelos y arquitecturas que permitan el acceso, agregación y uso de los datos para transformarlos en información. Los vídeos, imágenes o textos en lenguaje natural, entre otros, deben ser preprocesados y enriquecidos por una anotación semántica que, además, debe solventar los problemas de la diversidad lingüística.

En este sentido, el modelo relacional y el lenguaje de consulta SQL utilizados actualmente son capaces de resolver una gran parte de los problemas de gestión de datos, pero no representan la mejor solución para otro tipo de cuestiones. Esto ha dado lugar a un movimiento tecnológico conocido como NoSQL, en el que se han propuesto nuevos gestores de datos que adoptan otros modelos de datos distintos al relacional, tales como los orientados a documentos, clave-valor y orientados a grafos. "Hoy, los gestores de datos NoSQL suponen una gran parte de la tarta del mercado de BigData", afirma Marta Patiño.

Esta profesora coordina el proyecto *CoherentPaaS*, en el que se abordan las barreras que se encuentran las empresas al emplear múltiples gestores de datos, tanto bases de datos SQL como gestores de datos NoSQL. En este trabajo, los investigadores han desarrollado una máquina de consultas

que integra los lenguajes de los dos gestores. De esta forma, se pueden realizar las consultas entre distintos gestores de datos de forma declarativa con un solo lenguaje, en vez de hacerlas programáticamente como se hace hasta ahora. Los expertos han conseguido combinar el "poder y flexibilidad de cada gestor NoSQL con la facilidad de uso de SQL, reduciendo dramáticamente el coste de desarrollo de consultas en entornos con persistencia poliglota", explica la profesora de la UPM.

También deben desarrollarse métodos para mejorar la calidad de los datos, ofreciendo una mayor fiabilidad y legibilidad de las aplicaciones que utilicen Big Data. Otro ámbito de desarrollo es *Data-as-a-service*, es decir, cómo se empaquetan y provisionan los datos, las aplicaciones y



la analítica necesaria para interpretarlos y procesarlos en un único paquete que puede ser (parcialmente) ofertado al cliente. Como ejemplo, el proyecto *MixedEmotions*, que tiene a Carlos Ángel Iglesias como investigador principal, persigue desarrollar aplicaciones innovadoras capaces de analizar el perfil y la conducta de los usuarios a través de canales mixtos, como fuentes textuales, señales audiovisuales, contenido generado en redes sociales y datos estructurados. Con este fin, el proyecto ofrecerá una plataforma analítica multimodal de Big Data con aplicación comercial para gestión de reputación, análisis de las operaciones de un centro de llamadas y televisión social.

#### Lenguajes integrados y tiempo real

Por otro lado, Big Data plantea el objetivo de procesar de forma integrada los datos dinámicos y estáticos, un reto para el que es necesario desarrollar arquitecturas de procesamiento con extensibilidad extrema, capaces de integrar datos almacenados y datos en movimiento y que soporten la aplicación de técnicas de *analytics* sobre ambos tipos de datos. Para el investigador Alberto Mozo, "el análisis de opi-

nión, la validación de contenidos, los sistemas de *Business Analytics* y la predicción y prescripción de eventos de alto nivel, son los campos principales donde el Big Data tiene mucho camino que recorrer en lo que se refiere al desarrollo de las técnicas de *analytics*".

En esto se trabaja desde el proyecto RETHINK BIG, en el que también participa la UPM, centrado en conseguir una mayor integración entre el software y hardware que se use para la gestión y análisis de los datos, así como con los sistemas de comunicación. Profesores del grupo MIDAS lideran el trabajo de diseminación de esta acción coordinada, que comenzó en marzo de 2014. Se trata de reunir a las organizaciones clave en los sectores de hardware, redes y arquitectura de sistemas con los principales productores y

do a los investigadores a crear *LeanXcale*, una empresa de base tecnológica. "Gracias al apoyo del CAIT de la UPM y su programa de emprendimiento ActúaUPM, en el que hemos participado, hemos creado esta *spin off*. Incluso hemos ganado uno de los premios en la categoría de *Idea Challenge*, la competición de *startups* que *ICT Labs* organiza a nivel europeo", explica Marta Patiño.

Paralelamente, en la UPM se llevan a cabo otros proyectos relacionados con Big Data, como INSIGHT (*Innovative Policy Modelling and Governance Tools for Sustainable Post-Crisis Urban Development*), coordinado por los profesores Asunción Santamaría y Claudio Feijóo; *READY4SmartCities*, dirigido por Asunción Gómez Pérez, o *SemData (Semantic Data Management)*, con Óscar Corcho como investigador principal.

#### Un futuro profesional: formación en Big Data

Son muchos los sectores que se pueden beneficiar de los datos mediante el uso de técnicas de Big Data. Instituciones tanto públicas como privadas están cada vez más centradas en el apoyo a la investigación e innovación de proyectos relacionados con esta disciplina, y algunas incluso ofertan títulos de ingeniería de datos para cubrir la demanda de profesionales en este sector.

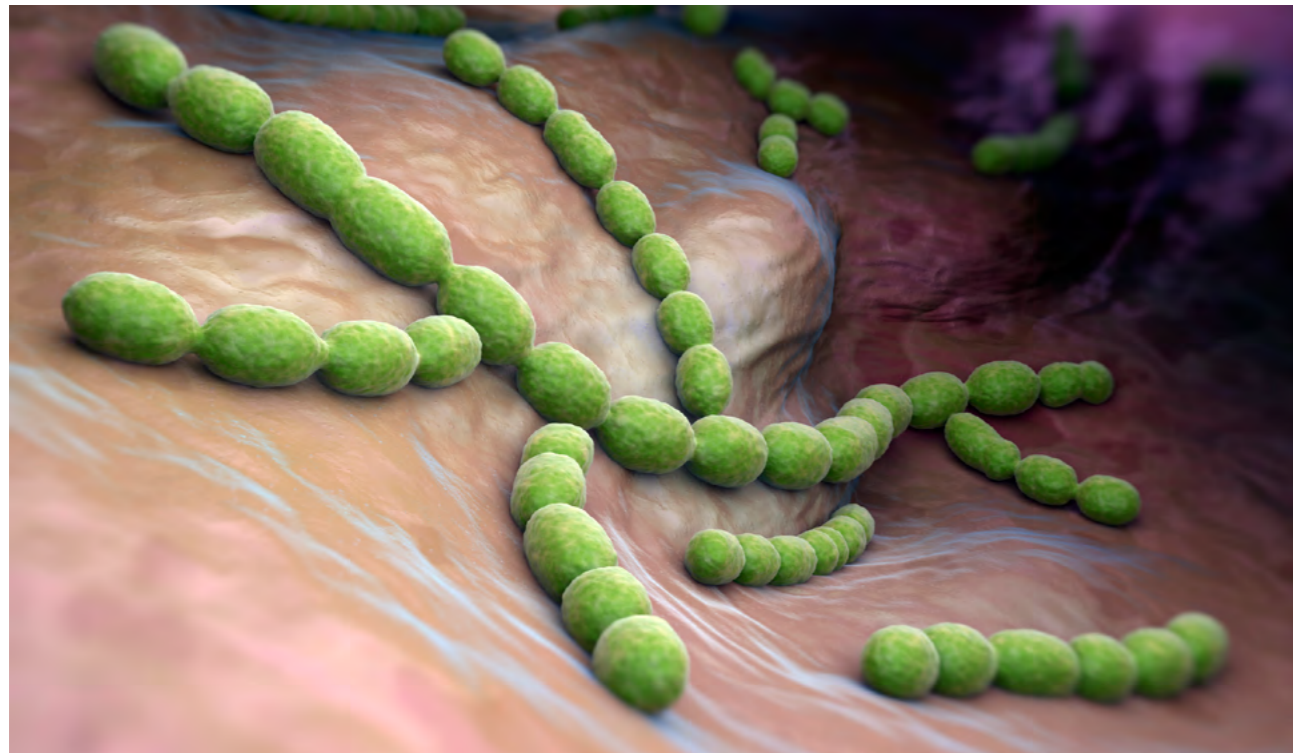
Si consideramos al Big Data como el "nuevo petróleo" de la era digital, es necesario formar adecuadamente a los ingenieros y científicos capaces de extraer y procesar ese conocimiento. Como ejemplo, sólo en los últimos 5 años la demanda de profesionales de BigData en España se ha multiplicado por diez, y el 77% de los puestos son difíciles de ocupar.

Recientemente, se ha observado que muchos de los ingenieros y científicos de datos europeos están siendo contratados de forma masiva por empresas tecnológicas de Estados Unidos. "Este efecto podría llegar a provocar en pocos años una desaparición del *know-how* especializado en el campo del Big Data en Europa y, especialmente, en todo lo que tiene que ver con la ciencia y la ingeniería de datos", señala Alberto Mozo.

Ante esta situación, la Comisión Europea está impulsando la creación de enseñanzas y especialidades en estos nuevos perfiles en las universidades y centros de formación europeos. La UPM ya ha puesto en marcha un máster europeo con doble titulación sobre *Data Science* dentro del marco de *EIT Digital*, que arranca el próximo mes de septiembre con un plan de estudios que abarca tanto la formación técnica como la educación en el emprendimiento y la innovación. El programa formará a generaciones de emprendedores en esta área emergente.

La realidad es que el volumen de datos está creciendo rápidamente. Cada vez tenemos más dispositivos que generan datos y que se conectan entre sí mediante aplicaciones en la nube. En los próximos años, se prevé que la interconexión entre múltiples dispositivos presentes en la vida cotidiana revierta en una mejora de la sociedad y de la calidad de vida de las personas, en ámbitos como la salud, la alimentación o el ocio. Sin embargo, para conseguirlo existen diferentes retos relacionados con Big Data que se deben alcanzar, y los investigadores de la UPM podrán aportar algunas de las respuestas.

Con la colaboración de Ernestina Menasalvas, Alberto Mozo y Marta Patiño



## Nuevas tecnologías para la búsqueda de microbios

Una prueba de diagnóstico para la meningitis rápida, barata y fácil de usar es el objetivo del proyecto europeo Raptadiag, que lideran investigadores de la UPM. Utilizando tecnología de aptámeros, los científicos han ampliado el campo de aplicación del proyecto y han desarrollado un conjunto de sensores capaces de detectar patógenos bacterianos de todo tipo

La Organización Mundial de la Salud (OMS) enmarca la meningitis bacteriana entre las diez enfermedades más infecciosas del mundo. Considerada una de las patologías infecciosas más graves en pediatría, su mayor incidencia se registra en el África subsahariana, en el llamado "cinturón de la meningitis", que va desde Senegal hasta Etiopía.

Con consecuencias graves e incluso mortales, las bacterias *Neisseria meningitidis* y *Streptococcus pneumonia* son responsables del 80% de los casos de meningitis. La enfermedad puede ocasionar importantes daños cerebrales, por lo que un diagnóstico y tratamiento adecuados son esenciales para prevenir lesiones neurológicas permanentes.

Un diagnóstico precoz sólo es posible a través del uso de tecnologías muy caras y demasiado complejas para utilizarse fuera de los hospitales. El proyecto europeo Raptadiag trata de salvar estos obstáculos desarrollando una prueba de diagnóstico rápida, fácil de usar y barata para la meningitis bacteriana.

Expertos de la UPM, en colaboración con investigadores de Suiza (*Davos Diagnostics AG*) y Dinamarca (*Jonsman Innovation ApS*) y con una financiación de la Unión Europea de dos millones de euros, trabajan en este proyecto que ya ha dado como fruto el desarrollo de tres tecnologías innovadoras.

Morten Geday, profesor de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPM y coordinador de Raptadiag, explica que los resultados obtenidos les han hecho ampliar el campo de aplicación del proyecto hacia la detección de un espectro mucho más grande de bacterias, en contextos tan variados como la cadena alimentaria, los recursos hídricos o el aire acondicionado.

### Diagnóstico rápido de la meningitis bacteriana

Desde su comienzo en 2011, el primer objetivo del proyecto es desarrollar un dispositivo portátil con un chip de diagnóstico para la meningitis bacteriana, para usar tanto en hospitales como en

lugares remotos donde los recursos son limitados. Hoy en día, el diagnóstico de esta enfermedad se establece a partir de una analítica general, hemocultivos y punción lumbar. Las tecnologías creadas por los investigadores de Raptadiag permiten realizar pruebas más rápidas (minutos en lugar de horas o días) y más baratas (unos pocos euros), reduciendo además la posibilidad de diagnóstico erróneo y el abuso de antibióticos.

La prueba se basa en el uso de sensores que utilizan aptámeros para reconocer las bacterias patógenas. Estas pequeñas moléculas de ADN (los aptámeros) se pueden unir a moléculas "diana", lo que permite explotar sus propiedades de reconocimiento molecular en aplicaciones terapéuticas. Estas moléculas poseen una alta afinidad y especificidad hacia el antígeno deseado o "blanco", y ofrecen ventajas en relación con los anticuerpos: su capacidad de regeneración, su estabilidad a temperatura ambiente, el abaratamiento de sus costes de producción o su capacidad para ser "marcadas".

"El ADN es una molécula muy estable, lo que significa que el sensor puede almacenarse mucho más fácilmente que los anticuerpos, que están hechos de proteínas y por tanto requieren un almacenamiento más controlado", explica Morten Geday. Asimismo, el bajo precio de los aptámeros permite elevar el número de receptores que se depositan en el área activa del sensor, incrementando la sensibilidad sin comprometer el coste total del sensor.

Hasta el momento, los investigadores han desarrollado tres tecnologías diferentes de sensores que emplean aptámeros como receptores. La primera de ellas, *Evanescence Sensor*, es la adaptación de la tecnología de biosensores actual, usando receptores aptámeros en vez de los anticuerpos. "Este sensor representa una vanguardia en la tecnología disponible actualmente para las pruebas de inmunoensayo", indica el investigador de la UPM.

Las otras dos tecnologías, más experimentales, son un biosensor de resonancia microacústica (MRS) y otro basado en cristal líquido (LCS). "El desafío era demostrar que es posible desarrollar sensores con la sensibilidad necesaria y el potencial para la detección de células individuales", destaca Geday. El primero de ellos incluye una alta densidad de aptámeros, reduciendo su límite de detección hasta un sólo microorganismo, lo que constituye el límite de detección final.

En cuanto al segundo, el "LCS" se basa en la interrupción que las bacterias a detectar generan en la ordenación molecular intrínseca del cristal líquido. "Esta tecnología, protegida me-

dante patente, abre el camino para un método de detección cualitativa muy sencillo y barato, que permite la inspección visual con lectores en miniatura o, incluso, cámaras de teléfonos móviles", señala Geday.

### Detección de patógenos: más allá de la bacteria de la meningitis

Ambas tecnologías se desarrollarán en un único chip desechable de diagnóstico desechable. Los investigadores quieren generar dos tipos de unidades de detección: una versión de laboratorio, para su uso en hospitales, y otra portátil para utilizarla en zonas remotas y entornos de bajos recursos. "El énfasis está en la sencillez y robustez de uso y el compromiso con los requisitos *off-grid*, utilizando sólo una cantidad mínima de energía, sin acceso a fuentes de datos (Internet) y con una autonomía de al menos 12 horas", explica el investigador de la UPM.

Desde una perspectiva clínica, la herramienta generada en el proyecto Raptadiag pretende llenar un vacío en el diagnóstico de la meningitis bacteriana. "Un diagnóstico fácil y rápido mejorará la posibilidad de frenar las epidemias a tiempo", afirman los investigadores.

Más allá del objetivo inicial, los sensores desarrollados tienen enorme potencial. Los investigadores comprobaron que las tecnologías desarrolladas tienen un impacto significativo en la detección de patógenos bacterianos en un gran número de contextos, en particular en la cadena alimentaria, los recursos hídricos o en unidades de aire acondicionado.

De igual modo, estas tecnologías pueden allanar el camino para nuevos medios de detección de patógenos hu-

manos en saliva o en otros fluidos corporales. Por ejemplo, el LCS puede formar parte de un kit de prueba, similar a un kit estándar de embarazo, para detectar microbios en un gran número de contextos, especialmente los relacionados con la alimentación y salud pública. Por su parte, el MRS ha demostrado ser el sensor más sensible hasta la fecha en la detección de líquidos, con lo que se abre un amplio abanico de aplicaciones en microbios y detección molecular.

Desde el punto de vista comercial, afirma el investigador, las tecnologías creadas necesitan un socio industrial y la financiación necesaria para su desarrollo productivo. "Teniendo en cuenta la actual situación económica de España, es poco probable que podamos encontrar financiación para crear una *spin-off* y, por tanto, la tecnología debe ser transferida a una entidad existente. Junto a la Oficina de Transferencia de Tecnología de la Universidad Politécnica de Madrid, comenzaremos a buscar socios potenciales interesados en estas tecnologías", anuncia.

El proyecto ha superado las expectativas de los participantes. Su aplicación social dependerá, en gran medida, de la aceptación que presente en el sector médico. "Va a ser muy difícil que nuestro primer producto terminado, el *Evanescence Sensor*, tenga un impacto significativo inmediato, aunque esperamos que a largo plazo (de tres a cinco años), su uso esté generalizado en los hospitales, proporcionando una herramienta más rápida y fácil para la detección de un gran número de agentes patógenos y otros objetivos biológicos", concluye.





## Incendios forestales en España, ¿hacia dónde vamos?

Más allá de lo que todos sabemos, que cada verano se producen numerosos incendios forestales en España, algunos grandes y peligrosos, la profesora de la UPM Rosa Planelles nos ofrece algunas claves para entender cuál será la situación de los próximos años en nuestro país.

Hablar de incendios forestales, en general, es difícil. El tema es complejo y en él intervienen muchos factores. En su ocurrencia, factores que podríamos llamar "de existencia", necesarios para que el fuego sea posible: combustible, fuente de calor y oxígeno; en su origen, factores causales (alguien -95% de los casos- o algo -rayos- tiene que iniciar el fuego); y en su desarrollo, factores de propagación, favorecida o limitada por la meteorología, la topografía y los combustibles (modelos de combustible).

Los incendios podrán entonces ser más o menos severos, de mayor o menor intensidad y tamaño, dependiendo de los factores citados y de los medios que se destinen a su extinción. Porque en España seguimos la política de acudir a extinguir todos los incendios que se producen, algo que no ocurre en otros países.

En este escenario, cuatro son las palabras clave que podrían agrupar todas las materias de la Defensa contra Incendios Forestales: investigación de causas, prevención, extinción y restauración. Y, de forma transversal, otras dos las complementan: la investigación científica y la formación. Y teniendo en cuenta que hablar de incendios no es sólo hablar de "apagar incendios" nos podemos plantear: ¿hacia dónde vamos?

Y antes de imaginar el futuro, miremos al pasado. ¿De dónde

venimos? Desde que el hombre descubrió el fuego, empezó a utilizarlo para modificar sus condiciones de vida (calentarse, cocinar, luchar...) y alterar su entorno (manejo de vegetación y fauna). Pero no se comienzan a establecer limitaciones al empleo del fuego hasta que se constituye un poder político que regula y ordena su uso. En España, la Ley de Montes 43/2003, de 21 de noviembre, define "incendio forestal", como *el fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte; entendiéndose por "monte" todo terreno en el que vegetan especies forestales arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, sea espontáneamente o procedan de siembra o plantación, que cumplan o puedan cumplir funciones ambientales, protectoras, productoras, culturales, paisajísticas o recreativas.*

Y en los últimos años, ¿cuál es la situación de los incendios forestales en España? Según los datos oficiales publicados por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) del último decenio 2004-2013, el número medio de siniestros que se produjo al año en nuestro país fue de aproximadamente 15.600, que afectaron a una superficie forestal media de 117.000 hectáreas (40.000 de ellas arboladas). Se ofrecen los valores medios de períodos de diez años, ya que al ser este un fenómeno muy ligado a la meteorología, las cifras de un año en particular pueden desvirtuar

la realidad, tanto si se trata de unas condiciones especialmente adversas (sobre todo de períodos de sequía prolongada y vientos fuertes) como si, por el contrario, la meteorología no hubiera sido tan desfavorable. En este último caso, un "buen año" puede ofrecer una visión demasiado "optimista" (por ejemplo, el año 2014 tuvo un 37% menos de incendios y una reducción de la superficie forestal afectada del 58% respecto a los valores medios del decenio inmediatamente anterior). Por eso, hay que abrir el foco y hablar de tendencias.

El pasado mes de marzo se ha conmemorado el 60 aniversario del inicio de la defensa organizada contra incendios forestales en España, una trayectoria consolidada que se traduce en resultados concretos. Nuestros dispositivos de extinción buscan la intervención rápida (despacho automático generalizado) y, según recogen las estadísticas oficiales, han llegado a niveles de eficacia tales que casi el 70% de los siniestros se quedan en conatos (superficie < 1 ha), con tiempos de llegada de los medios inferiores a 30 minutos en más del 70% de los casos. Pero, ¿qué pasa con el resto de los incendios? Estamos ante lo que se conoce como *paradoja de la extinción*: cuanto más eficiencia se alcanza en la extinción de los incendios, más se favorecen los incendios de difícil extinción.

Los incendios a los que no se accede a tiempo o que superan la capacidad de extinción y llegan a afectar una superficie superior a 500 ha, se consideran Grandes Incendios Forestales (GIF), y estos incendios, siendo un 0,2% del total de los ocurridos (valores medios del decenio), queman en torno al 40% de la superficie, con unos costes económicos muy elevados. Pese a que habría mucho que hablar sobre la composición de los operativos terrestres en la actualidad (condiciones laborales, reconocimiento de categorías profesionales, formación, reducción de efectivos por la crisis...), si consideramos el número de medios aéreos que participan en la extinción de incendios como indicador de la "capacidad extintora", se constata que en los últimos 10 años el número de aeronaves operativas en campaña se mantiene prácticamente constante (en torno a 255), con un potencial de extinción más o menos estabilizado (500.000 litros de agua).

Es opinión compartida por gran número de técnicos expertos que aumentar este número no tendría un efecto en la reducción de las superficies afectadas. Incluso hay quienes plantean que, en cuanto a medios aéreos, estamos por encima de lo que nuestro territorio necesita, lo que se constata si comparamos estas cifras con los medios aéreos dedicados a los incendios forestales en otros países, como EE UU.

Entonces, ¿cuál es tendencia previsible para los próximos años? Respecto a la vegetación, la evolución de las áreas rurales y forestales está marcada por el abandono de la actividad agrícola (concentrada sólo en las zonas más fértiles) y forestal (abandono de los usos tradicionales), provocado por los cambios en la distribución de la población y su relación con el territorio y el paisaje. Una ordenación territorial que no considera el riesgo de incendios y, en general, una falta de gestión forestal están motivando el aumento de la superficie forestal y una importante acumulación de combustible (elevada carga y continuidad). Además, la expansión de áreas urbanas que se integran en el monte (interfaz urbano fores-

tal) está añadiendo complejidad al fenómeno de los incendios forestales.

¿Y respecto al clima, gran condicionante del fenómeno? Parece haber consenso en que tendemos hacia escenarios de cambio global, que derivarán en episodios climáticos adversos cada vez más frecuentes: períodos de sequía extrema más largos, con probables incrementos de temperatura (se habla de hasta 6 °C en verano y 4 °C en invierno) y un posible descenso de las precipitaciones en nuestras latitudes, pese a que en esto último no hay un consenso general.

Por tanto, los GIF (en torno a 25 o 30 incendios se convierten anualmente en grandes incendios) son uno de los principales retos hoy y en el futuro, pues su tendencia, aunque en número es decreciente, sí aumenta al analizar el porcentaje de superficie afectada respecto al total. Es decir, los GIF tienden a ser menos, pero relativamente cada vez más grandes. A esto hay que añadir dos variables más, la simultaneidad y la afección a zonas de interfaz urbano forestal ya comentada.

Y cabe entonces plantearse: ¿tiene sentido intentar parar estos grandes incendios enviando más medios? Para responder a esta pregunta hay que tener en cuenta su peligrosidad (la seguridad de los combatientes es prioritaria), su elevado coste y los resultados, en general, poco efectivos cuando se supera la capacidad de extinción (son fuegos que mantienen velocidades de propagación con valores superiores a los 2 km/h de forma sostenida, con actividad de fuego de copas, importante emisión de focos secundarios y longitudes de llama e intensidades por encima de la capacidad de extinción de los operativos).

En este sentido, los técnicos dedicados a la gestión de la defensa contra incendios en las Comunidades Autónomas (las competentes en la materia) hablan de pre-extinción y planificación previa a la ocurrencia de los incendios, a partir del concepto de incendio tipo. Se trata de, bajo una situación meteorológica concreta y en base a los incendios históricos ocurridos en una zona bajo esas condiciones meteorológicas, identificar el patrón de propagación y el comportamiento del incendio. Esto permite planificar actuaciones de gestión del paisaje en puntos críticos (selvicultura orientada a la extinción) e, incorporando también el estudio de las propias experiencias operativas en extinción y una planificación diaria en función del riesgo, fijar de antemano unas estrategias de ataque predefinidas buscando las mejores oportunidades de extinción.

En cualquier caso, en la vida profesional de un director de extinción o de un gestor de la defensa contra incendios puede ser difícil (según el territorio) que se presenten muchas oportunidades de trabajar en GIF, y siendo este un fenómeno que según lo expuesto va a seguir produciéndose y en el que, como en muchos otros, la experiencia aporta muchos avances, compartir el aprendizaje entre los técnicos de todas las administraciones implicadas es en este caso especialmente valioso.

Rosa Planelles, doctora ingeniero de montes  
Profesora de Incendios Forestales del Grado de Ingeniería Forestal  
ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural  
Universidad Politécnica de Madrid.



[Titulada por la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía, Yolanda Torres investiga en el ámbito de la Ingeniería Sísmica](#)

## “Adoptar soluciones constructivas adecuadas es lo que nos salva en caso de terremoto”

En la Navidad de 1884, Arenas del Rey sufrió el terremoto más destructor que ha vivido nuestro país. La catástrofe se mantiene viva entre sus vecinos, entre ellos, Yolanda Torres, natural de este pequeño pueblo granadino, que rememora cómo en el colegio hacían simulacros y aún celebran actos conmemorativos de aquel día. Por eso, “siempre he tenido muy presente la necesidad de protegernos contra esos eventos, y quizá por eso la asignatura de Geofísica fue una de mis favoritas”, señala.

Con esta experiencia, no es de extrañar que Yolanda decidiera estudiar Ingeniería Técnica en Topografía. Tras acabar la carrera, quería continuar su formación y no perder la vinculación con la Escuela. Así que contactó con Belén Benito, su profesora de Geofísica y directora del Grupo de Investigación en Ingeniería Sísmica de la UPM, y em-

pezó a trabajar con ella como becaria en 2008.

Máster en Ingeniería Geodésica y Cartografía por la UPM, Yolanda está culminando su doctorado en análisis de riesgo sísmico en zonas vulnerables del planeta. Su tesis doctoral consiste en el diseño de una metodología para estimar la vulnerabilidad de los edificios ante terremotos, basada en análisis de datos tomados por teledetección. Parte de su actividad son los trabajos de campo hechos en Haití tras el terremoto de 2010, y en Lorca, en 2011.

*¿Qué proceso se sigue para evaluar el riesgo sísmico de una zona y qué factores se estudian?*

Evaluar el riesgo sísmico en una ciudad consiste en determinar el daño que se espera sufran las edificaciones a causa de terremotos en el futuro, así como las pérdidas asociadas a estos daños, tan-

to humanas como económicas. El daño está condicionado a la ocurrencia de sismos (peligro sísmico) y la existencia de personas y bienes expuestos (exposición) que se quieren proteger, como edificaciones o infraestructuras. Estos bienes son caracterizados por su vulnerabilidad, es decir, su capacidad de sufrir daños por terremotos, y su coste de reposición. Zonas con alta peligrosidad sísmica pero baja exposición (un desierto, por ejemplo) o exposición poco vulnerable (como Japón o California), tienen poco riesgo. Y viceversa: regiones con poco peligro pero de estructuras vulnerables, tienen alto riesgo porque experimentan serios daños cuando tiene lugar un terremoto moderado. El objetivo final de estos estudios es conocer a qué se enfrentan las ciudades para que puedan tomar medidas de prevención y mitigación, evitando así catástrofes en el futuro.

*¿En qué consiste exactamente su investigación de tesis y cuál es su objetivo fundamental?*

El objetivo fundamental de mi tesis es definir una metodología para obtener una base de datos espacial de exposición por medio del análisis de datos tomados por teledetección, como imágenes de satélite, fotografías aéreas y nubes de puntos LiDAR. Principalmente me centro en detectar y clasificar edificios de viviendas y estimar el número de personas, que son los elementos expuestos que habitualmente se consideran en este tipo de estudios. En países como España, donde tenemos un buen catastro, la base de datos de exposición sería más fácil de generar, y no necesitaría un trabajo de teledetección tan exhaustivo. Pero en países en desarrollo generalmente no se cuenta con catastro, y es en esos escenarios donde precisamente esta metodología sería de gran aplicación.

*¿Cuáles son las zonas del planeta de mayor riesgo sísmico?*

Son aquellas en las que confluyen elevada actividad sísmica y elevada exposición vulnerable. Los terremotos ocurren en los límites de las placas tectónicas y en fallas interiores, al liberarse los esfuerzos acumulados en el terreno debido al movimiento de estas placas. Por tanto, las zonas del mundo donde se registran más terremotos están asociadas a estos accidentes tectónicos. Por ejemplo, el conocido como “Anillo de Fuego del Pacífico”, está formado por distintas zonas sísmicas, muy activas, en los límites del Océano Pacífico. Esto incluye la costa este de Asia y oeste de



**“El diseño antisísmico puede encarecer, pero se trata más bien de una cuestión de buenas prácticas constructivas”**

América. También es muy activa la zona sur de Malasia e Indonesia y el norte de Australia. En la placa de Eurasia se registran importantes terremotos en el sureste de Europa (Italia, Grecia, Turquía...) y centro de Asia. De todas estas regiones, el riesgo será muy alto en las grandes ciudades que sean más vulnerables, especialmente ciudades en expansión, donde existan asentamientos informales. Ciudades así encontramos en países como Haití, Pakistán, India o Indonesia. Recordemos, por ejemplo, la reciente tragedia de Nepal. Por el contrario, países como Japón, EEUU o Chile

son los mejor preparados para resistir terremotos, ya que tienen más cultura antisísmica y cuentan con soluciones tecnológicas preventivas.

*Hizo trabajo de campo en Haití después del terremoto de 2010. ¿Cómo fue su experiencia allí?*

Como experiencia personal, fue muy enriquecedora. Conocí a personas magníficas que habían sufrido mucho dolor y, a pesar de ello, no habían perdido las ganas de luchar y salir adelante. La situación que viven en Haití miles de familias es realmente dura, con muy pocos recursos y aún menos apoyo, lo que hace muy difícil tener esperanza. Como experiencia profesional ha sido un tanto agri dulce. El trabajo de nuestro grupo ha sido fantástico, he podido colaborar con verdaderos profesionales en todos los campos que cubre la ingeniería sísmica, tanto de España como de otros países (de Noruega, Italia, Japón, Cuba, Puerto Rico, República Dominicana... además de Haití). Hemos realizado proyectos e impartido cursos durante cuatro años, en colaboración con técnicos locales del Ministerio de Medioambiente y Vulnerabilidad de Haití, y aún continuamos. La parte agria viene, sobre todo, por la falta de apoyo e implicación práctica que hemos tenido de parte de algunas instituciones locales y externas.

*Fundamentales en este tipo de catástrofes, ¿qué medidas preventivas son más eficaces en su opinión?*

Sin duda, la medida de prevención más eficaz para evitar que un terremoto se convierta en una catástrofe es la con-



Mapa de peligrosidad sísmica de Centroamérica en términos de PGA y para periodo de retorno de 475 años. El mapa fue elaborado en el marco de los proyectos RESIS I y II, financiados por la Agencia de Cooperación Noruega.



Detección de edificios en Puerto Príncipe, Haití, mediante el análisis de puntos LiDAR, tras el terremoto de 2010. Forma parte del proyecto de investigación de la Tesis Doctoral.

cienciación de toda la sociedad. Una sociedad consciente del peligro a que está sometida, se prepara para combatirlo. Así, por un lado, los ciudadanos deberían saber cómo actuar en caso de terremoto, qué documentos tienen que tener preparados y cuál es su papel en la gestión de la emergencia (¿Usted sabe qué debe hacer en caso de terremoto?). Y, por otro, las autoridades deberían fomentar medidas mitigadoras, como la construcción sismorresistente, y tener elaborados sus planes de emergencia. El terremoto no se puede evitar, lo que sí podemos evitar es que las edificaciones sufran daños severos y colapso, y adoptar soluciones constructivas adecuadas es precisamente lo que nos salva.

#### ¿Es posible predecir un terremoto?

Decir exactamente qué día, a qué hora y en qué lugar se producirá el próximo terremoto no es posible a día de hoy. Lo que sí se puede hacer, y es lo que hacemos en nuestro trabajo, es determinar el nivel de peligro que hay en una determinada zona (puede ser un país entero o una ciudad en particular). Predicimos la aceleración que experimentará el suelo debido a un terremoto concreto que simulamos, o la aceleración probable por los sismos futuros que podamos esperar durante un periodo determinado. Esto no se puede utilizar para lanzar una alarma y evacuar, pero sí para construir de manera que cuando el sismo ocurra, los edificios resistan esas aceleraciones.

#### Su especialidad es el estudio de la vulnerabilidad de estructuras. ¿Qué papel desempeña en ello el material de las construcciones?

El material de la construcción es fundamental, no cabe duda, pues edificios construidos con materiales más resistentes como el hormigón armado sufren, en teoría, menos daño que otros como ladrillo, bloque o piedra. Y digo "en teoría" porque el método constructivo y el rigor en la construcción son también muy importantes. En Haití nos

### "En un contexto mundial, la sismicidad de nuestro país se considera entre baja y moderada"



Evaluación de una vivienda en construcción en Cabo Haitiano, Haití, en 2011. Trabajo de cooperación para determinar la vulnerabilidad y el riesgo sísmico en las ciudades del norte de Haití, donde existe alta probabilidad de ocurrencia de sismos.

hemos encontrado edificios con estructura viga-pilar de hormigón armado que podrían haber resistido, y sin embargo han colapsado, porque las barras de acero del armado eran lisas o estaban alabeadas, el hormigón era de mala calidad, o las dimensiones de la estructura no eran correctas (pilares muy esbeltos y losas muy gruesas y pesadas). Estas prácticas son frecuentes en países donde predomina la autoconstrucción. Aunque en otros países de Europa hemos visto recientemente que colapsan edificios modernos, aparentemente bien construidos, bien por no seguir correctamente las normas antisísmicas o bien por reducir costes empleando materiales de baja calidad. Eso hay que evitarlo.

Otros factores que influyen en la vulnerabilidad de los edificios son la presencia de sistemas aisladores y disipadores de energía sísmica, la regularidad de su geometría, tanto en planta como en alzado, y la separación de las estructuras vecinas, pues en ocasiones un edificio puede dañar al edificio colindante.

#### ¿Hay diferencias notables de prevención entre las viviendas convencionales y otras estructuras, como presas o puentes?

Sí. De hecho, los estudios de peligro y riesgo sísmico de estas estructuras de especial importancia se hacen *ex profeso*. En la normativa sismorresistente se dan especificaciones de diseño más restrictivas para estas estructuras, de forma que resistan mayores sacudidas sísmicas (de menor probabilidad anual de excedencia, es decir, mayor periodo de retorno). Por supuesto, un mayor diseño antisísmico implica costes algo mayores. Por eso, en las viviendas convencionales se pueden asumir algunos daños (ligeros o moderados, siempre evitando el colapso) por razones de rentabilidad.

#### ¿Cómo es la regulación de la seguridad de los edificios frente a los terremotos en los distintos países? ¿Y en nuestro país?

La regulación de la construcción se hace por medio del código sísmico (también llamado normativa sismorresistente). El código cuenta con mapas de peligrosidad sísmica para las edificaciones, distinguiendo entre viviendas convencionales y de especial importancia (edificios públicos, colegios, hospitales, etc.) y da unas recomendaciones y requisitos de diseño para que resistan la aceleración que indican los mapas. Hay países que no tienen aún código sísmico, como Haití, a pesar del fatídico terremoto y de los estudios que se han hecho (entre ellos, nuestro mapa de peligrosidad y recomendaciones para la primera normativa sismorresistente). En cambio, otros países como México o Chile, desarrollaron sus primeros códigos sísmicos tras sufrir precisamente terremotos destructivos, y

ahora son más resilientes. En España tenemos normativa desde el año 1962, que se ha venido revisando y actualizando periódicamente. Actualmente, la norma de 2002 está en revisión y nuestro grupo de investigación ha coordinado la elaboración del nuevo mapa de peligrosidad sísmica, que ha contado con el consenso de investigadores de todo el país.

#### Su trabajo se centra en países de Centroamérica. ¿Qué características o peculiaridades presentan?

Los países de Centroamérica se ven sometidos a una elevada actividad sísmica, y a otros peligros naturales como inundaciones, tifones, deslizamientos de laderas o vulcanismo. Cada año, la mayoría de estos países tiene que hacer frente a uno o varios eventos adversos. Además, las características constructivas en zonas rurales no son muy diferentes a las de Haití. A pesar de todo ello, Centroamérica ha experimentado una evolución muy positiva en los últimos 20 años. Ahora, prácticamente en cada país hay un observatorio de riesgos naturales, donde se monitorizan los peligros, se definen medidas de prevención y se elaboran los planes de emergencias. Nosotros trabajamos en colaboración con ellos, y hemos calculado la peligrosidad sísmica en toda la región y el riesgo en las capitales. Con el tiempo, la sociedad se ha vuelto más consciente y las ciudades más resilientes. No obstante, hay que seguir trabajando en esta línea.

### "Se estima que en Madrid, un ciudadano que encuentra atasco al ir al trabajo, pierde 500€/año; y una víctima de tráfico cuesta a la sociedad 1,4M€"

#### ¿Cuáles son las principales trabas por las que el diseño antisísmico de estructuras no está aún extendido en esos lugares?

Fundamentalmente falta de formación, y lo que podemos definir como vulnerabilidad administrativa. En los países menos desarrollados es más difícil encontrar marcos legales e institucionales para implementar normativas antisísmicas, además de la falta de conocimiento técnico. El diseño antisísmico puede encarecer, pero no desmesuradamente. Es más bien una cuestión de buenas prácticas constructivas; el coste es más intelectual que económico. Ese sobre coste es siempre menor que el coste de reparación o reconstrucción cuando llegue el terremoto, menor también que el coste de gestionar una catástrofe caótica, e incomparable con el coste de perder una vida. Pero esto cuesta verlo, y aun cuando se comprende o se aprende tras un evento, no se lleva a cabo si

existen necesidades básicas que atender como la alimentación, habitabilidad, empleo, etc.

#### En España se han registrado en los últimos años terremotos como los de Lorca o Albacete. ¿Cómo valoraría el riesgo potencial?

En España, la zona donde ocurren terremotos de mayor tamaño y con mayor frecuencia es el sur-sureste. No obstante, a pesar de que no haya fallas cartografiadas por todo el territorio nacional, se podría producir un terremoto en cualquier punto, como ocurrió en Lugo, Albacete o Pedro Muñoz. En un contexto mundial, la sismicidad (por tanto, el peligro) de nuestro país se considera entre baja y moderada. Sin embargo, el riesgo puede ser alto en algunas zonas, ya que depende, no sólo de la localización de las fallas, sino también de la vulnerabilidad de las estructuras, como hemos mencionado anteriormente, y de la concienciación antisísmica de la población. Para poder evaluar el riesgo, habría que estudiar tanto la sismicidad como las estructuras de cada ciudad en particular.

#### Junto a su actividad investigadora y de cooperación, también ha iniciado su carrera como emprendedora con la puesta en marcha de MOVi-TeC. ¿En qué consiste este proyecto?

MOVi-TeC es una tecnología para Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) que

**MOVi-TeC**  
Tecnología para Controlar Objetos en Movimiento a partir de Vídeo





detecta los vehículos, los cuenta y clasifica, calcula su velocidad y la distancia entre ellos, y localiza incidentes como vehículos parados, accidentes, atascos, etc. En tiempo real transmite toda esta información al centro de control de tráfico de una ciudad o una infraestructura de transporte para que se puedan tomar decisiones, enviar alarmas a policía o ambulancias y hacer estadísticas. La gran novedad de *MOVi-TeC* es que sólo necesita una cámara de vídeo como sensor, lo que permite ahorros de entre el 40% - 80% con respecto a las soluciones actuales. Además, es modular, adaptándose a las necesidades de cada cliente o a cada punto de la carretera (cruce, túnel, tramo recto...).

#### ¿Cuál es su aplicación práctica?

Tanto España como el resto de la Unión Europea, están de acuerdo en que el control del tráfico en el futuro pasa por los ITS, ya que cada vez hay más vehículos en nuestras carreteras, más población en las ciudades y, lamentablemente, los accidentes de tráfico no terminan de reducirse. Se estima que en Madrid, por ejemplo, un ciudadano que encuentra un atasco al ir al trabajo, pierde 500€/año; y una víctima de tráfico cuesta a la sociedad 1,4M€. El objetivo final de un ITS como *MOVi-TeC* es regular el flujo del tráfico para evitar que los vehículos se detengan o se pasen de velocidad. Esto aporta más seguridad a la conducción, nos permite ahorrar combustible, prevenir accidentes y cuidar el medioambiente. Nos dirigimos tanto a ciudades, en el concepto de *smartcity*, como a empresas que ofrecen este tipo de tecnologías, como Indra o Abertis. Actualmente estamos desarrollando un proyecto piloto con la ciudad de Rivas-Vaciamadrid, para integrar *MOVi-TeC* en su centro de control. Queremos presentar los resultados en el Congreso Internacional de *Smart City* de Barcelona el próximo mes de noviembre, donde esperamos alcanzar gran repercusión.

#### ¿Qué le animó a crear una empresa?

Fueron varios factores los que nos hicieron a mi colega Héctor Lamolda y a mí iniciar esta aventura. En primer lugar, nos animamos a crear una empresa porque creemos en nuestra idea de negocio. Resuelve un problema de tráfico real al que los gobiernos se tienen que enfrentar tarde o temprano, y nosotros estamos aportando una solución innovadora y totalmente viable. Por otro

### "El control del tráfico en el futuro pasa por los Sistemas Inteligentes de Transporte"

lado, dado que la situación laboral es tan inestable ahora mismo, vimos que emprender era una buena alternativa. Además, mis compañeros del grupo de investigación participaron en *actúaupm* el año anterior y me recomendaron presentar *MOVi-TeC*.

#### Finalista de la XI edición de *actúaupm*, ¿cómo valora esta experiencia?

Muy positiva y enriquecedora. Lo más sorprendente para mí fue descubrir el gran talento que hay en la Universidad. Había muchos proyectos realmente increíbles, que presentaban soluciones tecnológicas relacionadas con materiales ultraligeros, chips reducidos a un tamaño impensable, y hasta un prototipo de dron. Todos ellos presentados por estudiantes que apenas acababan de terminar el grado. Y lo que más valoro es la formación. Me he acercado al mundo de la empresa, los negocios y las finanzas, que me era totalmente ajeno, y que me faltaba para completar mi perfil.

#### Titulada por la UPM, ¿cómo valora la formación que ha recibido en esta Universidad? ¿Recomendaría estudiar en ella?

¡Sin duda! Es una de las mejores universidades públicas de España, y es valorada y reconocida a nivel internacional. No sólo lo digo por las cifras (como el ranking QS o el del BBVA-IVIE), sino por mi propia experiencia. Antes de terminar Ingeniería Técnica en Topografía, durante la ejecución de mi Proyecto Fin de Carrera, estuve trabajando en un túnel. Me encargaba de la topografía interior y del guiado de la tuneladora. El proyecto fue un éxito: no sólo no tuve ningún problema, sino que me vi perfectamente capacitada para hacer todos los trabajos topográficos necesarios. Y posteriormente, en otros puestos de trabajo, he tenido la misma sensación. Es una carrera en la que hacemos muchas prácticas desde el primer curso y eso, en el entorno laboral, se nota. En cuanto al Máster, me ha aportado una

visión amplia y actualizada del presente y el futuro de mi ingeniería, y me ha ayudado a tener proyección internacional. Tras el primer año fui a un congreso mundial de Sismología en Moscú a presentar una ponencia. Allí conocí a unos investigadores alemanes del Centro Helmholtz - GFZ que se interesaron mucho por mi investigación, y especialmente por la formación que estaba recibiendo en el Máster. Así que me propusieron firmar un Memorandum de Entendimiento y hacer una estancia de investigación con ellos, para la que conseguí incluso una beca del DAAD, además de la de movilidad de la UPM. Ahora, aparte de trabajar en mi Escuela, soy miembro del Consejo de Cooperación y de la Comisión de Dirección del Centro de Innovación en Tecnologías para el Desarrollo Humano. Esto me ha dado la oportunidad de trabajar con profesores e investigadores de otras escuelas, y entre ellos hay grandes profesionales, que trabajan con vocación y que son referentes internacionales en sus campos de investigación.

#### ¿Qué recomendaría a los estudiantes recién titulados que se plantean investigar o emprender?

Ambas cosas no están reñidas, sino que pueden ir más bien de la mano. Para emprender necesitas una idea que resuelva un problema, y muchas veces esa idea viene como resultado de una investigación. Un investigador se termina convirtiendo en un experto, y para emprender tienes que ser muy experto en un campo; así que son perfectamente compatibles. De ahí que en nuestra Universidad tengamos tantas buenas ideas que salen de los grupos de investigación.

#### ¿Hacia dónde quiere encaminar su futuro profesional?

Mi futuro cercano pasa por terminar la tesis este año, impartir mis horas de colaboración docente y llevar un buen proyecto *MOVi-TeC* al congreso de *Smart City* (que no es poco...). A medio-largo plazo, habrá que ver en qué circunstancias se encuentra el panorama laboral, pero no me gustaría tener que desvincularme de la Universidad. De hecho me entristecería dejar todo lo que he ido construyendo en estos últimos nueve años, desde que entré en el grupo de investigación. Me apasiona lo que hago, especialmente la docencia, así que espero poder dedicarme a ello en el futuro.



## El vehículo autónomo circula hacia el futuro

Seguridad, eficiencia, comodidad y accesibilidad son algunas ventajas del vehículo autónomo, una tecnología que influirá en la movilidad y calidad de nuestra vida. Pero, ¿constituirán los sistemas automatizados sin conductor el futuro del transporte?

El factor humano es responsable de casi el 90% de los accidentes de tráfico en España, según datos de la Dirección General de Tráfico (DGT). Una automatización del vehículo, aunque sea parcial, puede ayudar al conductor en tareas rutinarias, aumentando su confort y reduciendo su cansancio al volante, y en situaciones de riesgo, en las que el vehículo podría actuar evitando el accidente o reduciendo sus consecuencias. "A diferencia de un conductor humano, un ordenador no se cansa ni se distrae, por lo que la conducción autónoma podría ayudar a reducir radicalmente el número de accidentes en las carreteras", afirma Fernando Matía, investigador del Centro de Automática y Robótica-CAR (UPM-CSIC).

Y es que incrementar la seguridad es objetivo fundamental de la conducción automatizada, pero no su única ventaja. También presenta efectos beneficiosos, mejorando la eficiencia, la capacidad de las vías o dando lugar a una circulación más calmada y confortable. El ordenador puede, por ejemplo, controlar el vehículo con mayor precisión que el conductor medio, lo que permitiría reducir la distancia de separación entre vehículos, aumentando su eficiencia y la capacidad de las carreteras actuales.

Pero quienes pueden resultar especialmente beneficiados son determinados colectivos, como por ejemplo, los que padecen algún tipo de discapacidad o movilidad reducida. En estos casos, la automatización de la conducción puede ampliar sus capacidades y permitir un acceso más sencillo y confortable a la movilidad por carretera. Por ejemplo, sería posible prestar servicios de transporte a personas ciegas, muy ancianas o con algún otro tipo de impedimento para conducir. "Hay que tener en cuenta, que el envejecimiento de la población en España y en Europa impone a corto plazo

nuevos retos relacionados con la movilidad, y la automatización puede mejorar la calidad de vida de personas de la tercera edad", explica Jorge Godoy, uno de los investigadores del CAR.

A pesar de todas estas ventajas, es "difícil asegurar con certeza que el vehículo autónomo sea el futuro del transporte", indica el investigador. Se han producido grandes progresos tecnológicos que, en su conjunto, harán posible pasar de un vehículo parcialmente automatizado a un vehículo completamente automático. Sin embargo, aún queda un largo camino que recorrer para que éste se convierta en el futuro del transporte. "El paso de una automatización parcial a una completa es un salto tecnológico, social y legislativo muy significativo, que no se considera trivial a corto o medio plazo", asegura Felipe Jiménez, del Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA).

#### En caso de accidente, ¿quién es el responsable del vehículo?

Las barreras que ralentizan la implantación del vehículo autónomo son de muy diferente índole, desde sociales, políticas y organizativas hasta las cuestiones económicas. Sin embargo, los mayores obstáculos los encontramos en el ámbito legislativo. De hecho, la pregunta más difícil de responder hoy día es quién es el responsable del vehículo en caso de accidente. "Las barreras legales son evidentes a la hora de depurar las responsabilidades en caso de un siniestro ya que, en la actualidad, el conductor es el responsable último del control del vehículo", subraya Jiménez.

De igual forma, algunas soluciones de automatización implican la convivencia de flujos separados de vehículos autónomos y convencionales. Esto requiere modificar el es-

quema tradicional de uso de las infraestructuras, por ejemplo, dedicando carriles específicos a cada uno de ellos.

Desde el punto de vista social, no está clara la actitud que tendrán los usuarios respecto a este tipo de sistemas, ni si su uso será el esperable y correcto. Según Rodolfo Haber del CAR, será necesario realizar estudios de aceptación de los usuarios ya que a muchas personas les encanta conducir y no aceptan que se les releve de esta tarea, si bien otras no confían plenamente en que un ordenador les lleve de forma segura en un coche guiado.

Otro de los principales obstáculos es el coste económico. El precio actual de un vehículo autónomo excede con diferencia el presupuesto de uno convencional, y resulta aún inalcanzable para un usuario común. No obstante, se avanza poco a poco en la reducción de costes de la tecnología y, probablemente, lo primero que veamos sean vehículos parcialmente automatizados realizando tareas muy concretas en entornos suburbanos. Así, la automatización de los vehículos, parcial o total, se está planteando como una solución para muchas situaciones y en nichos específicos. Por ejemplo, podrá proporcionar soluciones de transporte en áreas restringidas o en lugares específicos, como los aeropuertos.

Además, y de forma similar a como ha ocurrido con otras tecnologías, será necesario que las distintas entidades involucradas (fabricantes, gobiernos y aseguradoras) lleguen a acuerdos en aspectos tan dispares como los protocolos de comunicación, de actuación ante accidentes, de homologación, etc. "La coordinación del sector público y el papel de los organismos públicos de investigación serán determinantes si realmente se quieren superar estas barreras", añade Jorge Godoy del CAR.

### Una tecnología en expansión

En el futuro, el vehículo será capaz de desarrollar ciertas tareas de forma autónoma que, de algún modo, ya hace. En primer lugar, hay que señalar que los desarrollos en vehículos autónomos no se circunscriben a los últimos años, sino que se lleva trabajando en ello desde hace tiempo en todo el mundo.

Por ejemplo, los sistemas de asistencia a la conducción no son una moda nueva. Desde siempre, los fabricantes se han esforzado por lograr que los vehículos sean más seguros y eficientes, desarrollando sistemas que asisten al conductor a diversos niveles. Los primeros sistemas activos de asistencia que salieron al mercado fueron el sistema antibloqueo de ruedas (ABS por sus siglas en inglés) y el control electrónico de estabilidad (en inglés, ESP). Actualmente están disponibles niveles más avanzados que permiten aparcar el vehículo automáticamente hasta frenar él mismo ante un riesgo inminente de colisión con otro vehículo (*Collision Avoidance System*).

También hace ya más de una década se hicieron experiencias de vehículos circulando en pelotón por infraestructuras adaptadas. Sin embargo, ha sido recientemente cuando ha adquirido mayor notoriedad por la aparición del vehículo autónomo de Google.

Por otra parte, es "demasiado presuntuoso" afirmar que el vehículo autónomo es la mayor revolución en la industria del motor de las últimas décadas, indica Jiménez. En primer lugar, porque la automatización completa y generalizada tiene un largo camino que recorrer antes de ser realidad. En segundo lugar, la introducción de un mayor o menor grado de automatización en el vehículo vendrá de la mano de otros avances paralelos en ámbitos de sensorización,

posicionamiento, comunicación con el entorno, etc. Sería un error considerar el vehículo autónomo como un aspecto independiente del resto de avances, señala.

### La apuesta de la industria del automóvil

Lo cierto es que el vehículo autónomo y todo lo que le rodea constituyen una apuesta de numerosas empresas, tanto de los fabricantes de vehículos como los de componentes. La entrada en el mercado de nuevas empresas del área de las comunicaciones y los servicios ha producido más dinamismo y está dando al sector un nuevo empuje tecnológico. En Europa, por ejemplo, los grandes fabricantes han estado inmersos en los últimos años en diversos proyectos de investigación y desarrollo, cuyos resultados suelen ser confidenciales por cuestiones de competitividad.



Ensayos de detección de obstáculos para maniobras evasivas automáticas.

Como ejemplos dentro de una corriente en la que todos están realizando avances, se podrían citar los trenes de carretera de vehículos industriales de Volvo, los sistemas de frenada automática ante peligro de colisión, o la sensorización de vehículos para reconocimiento del entorno encaminada al guiado autónomo, ambos de Bosch. Otros fabricantes, como Mercedes, también están haciendo progresos muy significativos con soluciones tecnológicas en gamas altas.

Aunque se pueden ver ya implementaciones a nivel prototipo de vehículos totalmente autónomos, su implantación generalizada ha de superar todavía algunos retos tecnológicos relevantes. Entre ellos, cabe destacar la necesidad de desarrollar sistemas fiables y robustos de percepción del entorno, que ofrezcan una información lo más completa posible y con un coste razonable dentro de los órdenes económicos que se barajan en el ámbito del automóvil, apunta Felipe Jiménez.

De igual forma, deben perfeccionarse los sistemas de procesamiento de la información y toma de decisiones, para que sean capaces de manejar grandes volúmenes de datos

en tiempo real y opten por las actuaciones más convenientes en cada caso.

### El protagonismo del software

En este contexto, el desarrollo del software juega un papel fundamental. "El software debe gestionar toda la información captada del vehículo y el entorno con el fin de tomar las decisiones oportunas, en tiempo real y con un alto grado de fiabilidad", afirma el experto del INSIA. Para ello, debe barajar todas las opciones existentes y valorar las más adecuadas. "Evidentemente, los requerimientos sobre el software crecen según aumente el grado de automatización, y resulta de crítica importancia garantizar su robustez, ya que incide sobre vidas humanas", añade.

Según Rodolfo Haber, el software centra la preocupación



Vehículo eléctrico automatizado en INSIA.

y "ha puesto en jaque" al sector, precisamente por la arquitectura computacional y el software embebido en los dispositivos. Sin duda, el software es uno de los pilares de estos sistemas ya que, en esencia, está llamado a emular y reemplazar toda la actividad del conductor al volante. Por ello, debe desarrollarse cuidadosamente, teniendo en consideración no sólo requisitos y restricciones técnicas para garantizar altas prestaciones y robustez, sino también todos los posibles escenarios a los que se puede enfrentar un conductor humano.

La tarea puede parecer imposible y abrumadora, señala Fernando Matía del CAR, pero la Inteligencia Artificial y los sistemas cognitivos artificiales proporcionan una amalgama de técnicas y métodos que son especialmente útiles para hacer frente a la incertidumbre y a la complejidad de la conducción automática. "Hoy día es habitual encontrar en la bibliografía métodos y algoritmos de control que incorporan capacidades de aprendizaje y auto-adaptación, por lo que será posible además que los vehículos sean capaces de aprender de sus errores y mejorar los sistemas embarcados. Parece una idea de ciencia ficción, pero es algo que existe

y es posible", afirma.

No obstante, en su opinión, hace falta desarrollar nuevos protocolos de evaluación, validación, homologación y certificación de todos y cada uno de los elementos de software, ya que "no podemos permitir que un error humano de programación sea la causa de un accidente de tráfico".

### Su aplicación en la movilidad urbana y el transporte de mercancías

La incidencia de los vehículos autónomos sobre la movilidad dependerá del grado de automatización que finalmente se imponga con el tiempo. Así, las mejoras en cuanto a fluidez y aprovechamiento de las infraestructuras pueden ser mayores si se cuenta con vehículos autónomos, si bien dichas infraestructuras deben estar preparadas para ello.

Las primeras soluciones que veremos estarán centradas, estima Jorge Godoy del CAR, en los sistemas inteligentes de transporte bajo demanda. "Por el alto coste de un vehículo autónomo no será rentable que cada usuario tenga uno en su garaje, pero podrían desplegar distintas flotas de vehículos compartidos que presten servicios a varios usuarios bajo demanda", indica. Asimismo, se pueden optimizar los servicios de *car sharing*, por lo que será posible que varios usuarios compartan un mismo vehículo si tienen la misma ruta. "Esto se verá reflejado indudablemente en el número de vehículos en las carreteras", afirma.

Para el transporte de largo recorrido, principalmente de mercancías, ya se planteó hace años el uso de trenes de carretera o "pelotones" que permitirían la circulación de vehículos en modo autónomo salvo el líder (guiado por un conductor cualificado, mientras que el resto sigue su trayectoria). Este sistema reduce las distancias de seguridad, y reduce en menores consumos de combustible y costes operativos.

Gran parte de las últimas investigaciones en el campo del transporte de mercancías se centran también en el desarrollo de servicios orientados al último/primer kilómetro (*first/last mile solution*). Es decir, se busca desarrollar sistemas de transporte de modo que la distribución final (o inicial) se realice con vehículos autónomos, algo que reduciría el riesgo de los vehículos, ya que operarían en entornos totalmente conocidos, y abaratarían los costes de distribución de un producto.

### Proyectos de la Universidad Politécnica de Madrid

Desde la Unidad de Sistemas Inteligentes en Vehículos, el INSIA lleva años trabajando en la línea de vehículos autónomos, lo que le ha llevado a conseguir una alta capacidad en la automatización de cualquier vehículo de carretera, tanto turismos como industriales, habiendo desarrollado soluciones propias que superan prestaciones anteriores.

Sus investigadores han implementado soluciones de automatización parcial y completa, en las que una capa de control de bajo nivel opera sobre los actuadores del vehículo (velocidad y volante), mientras que otra capa de alto nivel genera las órdenes correspondientes. Esta última incluye el seguimiento de trayectorias, guiado mediante *smartphones*, conducción cooperativa basada en comunicaciones entre vehículos y sistemas para evitar colisiones.

En la actualidad, el INSIA trabaja en varios proyectos con financiación pública y privada. Destaca el desarrollo de un sistema de evitación de colisiones basado en detección del entorno y comunicaciones inalámbricas con otros vehicu-

los y la infraestructura, que actualmente se ensaya sobre diferentes escenarios y que el pasado año obtuvo el premio de la Fundación Eduardo Barreiro. Además, señala Felipe Jiménez, existe gran interés del Ministerio de Defensa y el Ejército en este tipo de tecnologías de vehículos autónomos, para fines tácticos y para preservar la seguridad de los soldados.

Por su parte, el Programa AUTOPIA ha colaborado en diversos proyectos nacionales y europeos. Entre ellos destaca CyberCars2, cuyo fin era potenciar las comunicaciones V2V y V2I con el objetivo de lograr una interacción segura e inteligente en entornos urbanos. En esta misma línea se desarrolló el proyecto GUIADE, orientado a la percepción multimodal del entorno para, empleando tanto información de la infraestructura como aquella recabada por los vehículos, optimizar la eficiencia de los mismos.

El grupo AUTOPIA está integrado en el Centro de Automática y Robótica (CAR), un centro de titularidad mixta de CSIC y UPM, cuya sinergia ha permitido catalizar la actividad investigadora. Los investigadores trabajan en la actualidad en el proyecto EMC2 para desarrollar sistemas embebidos eficientes, de bajo coste y con capacidad de adaptación. Estos sistemas están pensados, en principio, para un amplio abanico de aplicaciones pero, en su caso, se centrarán en aplicar esta tecnología en la implementación de los sistemas de percepción y decisión de los vehículos.

#### Una realidad en el horizonte

Reducir los accidentes causados por errores humanos, limitar las retenciones de tráfico, permitir la movilidad de todos o facilitar el acceso a los centros urbanos, son algunas de las ventajas que traerá consigo la conducción autónoma. Y es que, tecnológicamente, la idea es ya una realidad.

Los desarrollos y soluciones disponibles actualmente han

demostrado su aportación a la mejora de la movilidad, mejorando especialmente la seguridad y eficiencia en las carreteras. Esto se verá reflejado directamente en la calidad de vida de los usuarios, que podrán preocuparse menos por el tráfico y convivirán en un entorno donde las altas emisiones, atascos y otros problemas actuales podrán reducirse significativamente.

Sin embargo, hasta que no se superen las barreras legales y económicas los vehículos autónomos no serán algo habitual en las carreteras de todo el mundo. Si hablamos de automatización completa, todavía quedan bastantes años antes de ver la circulación masiva de vehículos autónomos. Algunos expertos hablan de un plazo de entre 5 y 10 años pero, según Fernando Matía, las actuales barreras legales obligarán a que esta tecnología, a pesar de estar disponible en ese plazo de tiempo, espere al menos otros 20 años para que sea posible su despliegue a nivel mundial. Los principales fabricantes de vehículos han planteado hitos a corto (año 2020) y largo plazo (año 2035), mientras que otras empresas han hecho anuncios desafiantes desde el punto de vista tecnológico y temporal. "Creemos que aquellos países que avancen más rápido en la legislación serán aquellos en los que veremos antes estas soluciones", afirma.

En un horizonte más cercano, señala Felipe Jiménez, se podrán ver soluciones de automatización en nichos específicos o soluciones de automatización parcial en situaciones muy concretas. Algunos sistemas que se están incorporando en los vehículos en la actualidad ya tienen la propiedad de un cierto grado de automatización y su proliferación es una realidad.

Lo que sí está claro es que la automatización es clave en el transporte en el futuro y que entra en conjunción con otras tecnologías, como las comunicaciones entre vehículos y la infraestructura, que harán del transporte por carretera un medio más seguro y eficiente.



Equipo de investigadores del programa AUTOPIA del CAR, en las pistas de pruebas del CSIC.



Egresado de la UPM en el Massachusetts Institute of Technology en Boston.

[Número uno de su promoción, Silvia Espinosa, ingeniera industrial por la UPM, cursa el doctorado en física teórica de plasmas en el MIT](#)

## En busca de la energía de las estrellas

Silvia Espinosa Gútez inició en 2007 sus estudios en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Durante la carrera descubrió que su pasión es la investigación y, en particular, llevarla a cabo en el campo de la energía de fusión.

Durante su último año de carrera cursó un máster en mecánica de fluidos computacional en *Cranfield University* (UK). "La experiencia fue muy positiva por los conocimientos adquiridos, el idioma y, sobre todo, porque creo que el ambiente internacional me hizo ser más abierta de mente. Fue muy enriquecedor conocer otras culturas, formas de vida y maneras diferentes de hacer ciencia", explica.

En su Proyecto Fin de Carrera, demuestra que los ultrasonidos que usamos para las ecografías se pueden utilizar también como un método prometedor para el tratamiento contra el cáncer. Por él recibió los premios de la F<sup>2</sup>, de la empresa Fluor, el *Cranfield College of Aeronautics Alumni Association Prize* y el *Cranfield Fluid Mechanics Computational Science Departmental Prize* en 2012. A ellos se sumarian el premio bianual nacional "Ingeniero Comerma" (2013) y el premio nacional de la "Funda-

ción Rodolfo Benito Samaniego" (2014).

Nadar, montar en bici, hacer montañismo, viajar y conocer otras culturas son algunas de sus aficiones, aunque su verdadera vocación está en la investigación en energía de fusión. Tras graduarse en 2012 en un máster en Técnicas Energéticas y otro en Mecánica de Fluidos Computacional, siendo la mejor estudiante de ambas promociones, desarrolló trabajos de investigación en la ETSII, CIEMAT y Max Planck, formando parte del *High Level Support Team*, grupo europeo dedicado al desarrollo cooperativo de códigos de fusión. Una trayectoria que ya ha sido reconocida con el premio "Joven Alumno de la ETSII" de la Asociación de Antiguos Alumnos de la ETSI Industriales.

En 2013, becada por La Caixa, comenzó un doctorado en física teórica de plasmas en el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que cursa en la actualidad.

*¿Por qué eligió la ETSI Industriales de la UPM para cursar sus estudios universitarios?* La UPM es una universidad líder en ingeniería, muy prestigiosa por la impresionante calidad de la educación,

del profesorado y muy selectiva con el alumnado. Cuando estaba en Bachillerato, imprimí los planes de estudios de diversas carreras, e Industriales tenía todo lo que podía desear e incluso más: física, matemáticas, dibujo... Parecía un intenso y fascinante desafío, que recorrería con expertos y apasionados profesores y brillantes compañeros...y así fue. En la carrera me enseñaron a pensar, a crear y a solucionar problemas que nunca había visto antes. Esto cambió mi forma de ver la vida y me hizo creer que cualquiera puede solucionar algunos de los desafíos actuales que todavía nadie ha resuelto para hacer un mundo mejor. Además, en la carrera hice amigos para toda la vida y conocí a profesores ejemplares que me fascinaron tanto que comenzó a crecer en mí la pasión por la investigación y la enseñanza, y son un ejemplo a seguir en mi día a día. Quiero agradecer de corazón el apoyo incondicional, enseñanzas y pasión de los profesores e investigadores motivadores, personal no docente, familia y amigos.

*Su Proyecto Fin de Carrera, premiado repetidamente, ¿de qué trata?*

En este proyecto de investigación (Mi-

*crofluidics and Nanofluidics* 16 (4): 613-622) se demuestra que los ultrasonidos que usamos para las ecografías se pueden utilizar también como un método prometedor para el tratamiento contra el cáncer. Hoy contamos con máquinas de ultrasonidos que permiten eliminar tumores localizados, pero este estudio pretende su expansión a casos en los que el tumor está expandido por el cuerpo humano. Primero, creamos un innovador y exitoso método físico y matemático basado en la mecánica de fluidos a escala atómica. Dicho método ha permitido alcanzar las escalas temporales de interés médico por primera vez. Segundo, se incluye la primera demostración de que los ultrasonidos incrementan temporalmente la tasa de absorción celular de medicamentos. Por tanto, los ultrasonidos se pueden utilizar para aumentar la eficiencia de la quimioterapia, disminuyendo los efectos secundarios sobre el paciente.

*Tras graduarse, realizó trabajos de investigación formando parte del High Level Support Team. ¿Puede describir en qué consistieron?*

Para hacer una simulación en un procesador, tradicionalmente se hacían todas las cuentas una detrás de otra en la CPU. Sin embargo, es mucho mejor repartir el trabajo y hacer muchas sub-cuentas a la vez, en la tarjeta gráfica o en un conjunto de ordenadores, y luego unirlos. El desafío, por tanto, consiste en diseñar algoritmos nuevos muchísimo más rápidos que tomen ventaja de esto. La ETSII lo aplica a códigos que usa la policía, mientras que el *High Le-*

*vel Support Team* es un grupo europeo que rediseña y mejora códigos de energía de fusión.

*¿En qué momento decidió orientar su carrera hacia la investigación?*

Además de a mis padres, por llevarnos a mi hermana y a mí a jugar en "Madrid por la Ciencia", siempre estaré agradecida a mi padre académico, el profesor Ignacio Romero Olleros de la ETSII. Ignacio me transmitió su pasión

**"Los ultrasonidos se pueden utilizar para aumentar la eficiencia de la quimioterapia"**

de increíble talento por la investigación y la docencia. Le agradezco que me tomara como aprendiz en un proyecto de investigación durante los primeros años de la carrera, y que me dejara unirme a su grupo de estudiantes de doctorado en verano. Cuando yo no era nadie, creyó en mí; y, aunque aún era muy joven, empezó a enseñarme lo que aprendió en su máster en EEUU. Recuerdo que me dijo que todo el conocimiento más avanzado que tiene la Humanidad es accesible a cualquiera en forma de artículos científicos, que están en internet.

Además, cualquiera puede en principio ampliar ese conocimiento que tenemos. ¡Fue espectacular!

*Teniendo en cuenta su experiencia en algunos de los centros internacionales más prestigiosos, ¿cómo valora la formación de los ingenieros españoles, especialmente la recibida en la UPM?*

Estoy muy contenta con la formación recibida, porque nos han enseñado una base de conocimientos bastante amplia, sobre todo en física y matemáticas, que facilita aprender rápido cosas nuevas. Sobre todo, tener que afrontar problemas difíciles y nuevos en los exámenes me ha dado la seguridad necesaria para incluso aventurarme en un campo antes desconocido para mí, como es la física de plasmas. Mi tutor, Peter Catto, y mi departamento del MIT en general, veían a la UPM con admiración, porque han trabajado con un español, Félix Parra, que es un *crack*. Además, este año han aceptado a Pablo Rodríguez, otro ex-alumno de la ETSII.

*Para una persona ajena a la especialidad, ¿podría explicar en qué consiste la física teórica de plasmas y cuáles son sus campos de aplicación?*

Además de los tres estados de la materia, sólido, líquido y gas, hay un cuarto estado denominado plasma. Si calientas muchísimo un gas se ioniza, es decir, hay electrones que se separan de los átomos. Por ejemplo, hay televisiones de plasma y las estrellas del universo también están en ese estado. Los principales campos de aplicación son astronomía, electrónica y energía de fusión.

*¿Cuáles son sus áreas de interés?*

¡La energía de fusión! Desde mi punto de vista, el consumo de energía debe ser responsable, por el bien de nuestro planeta. Con energía de fusión me refiero a hacer "un mini-Sol en la Tierra", imitando los procesos que ocurren en las estrellas para obtener energía segura, limpia y de altísima eficiencia energética. Las ventajas son muchas. Primero, los componentes primarios, agua y piedras, son muy abundantes y están repartidos geográficamente de manera uniforme, lo que puede hacer que no haya guerras por temas energéticos. Segundo, porque puede ser tan eficiente que, con lo equivalente a un litro de agua y 250 gramos de piedras, se obtenga energía para abastecer a una familia europea durante un año. Tercero y, para mí, la mayor ventaja, los productos de la fusión son limpios. De hecho, es helio; ¿quién no se ha reído hablando con "voz de pito" tras inhalar helio? Es completamente inofensivo.

*¿En qué consiste su trabajo de investigación en el MIT?*

Si alguna vez has visto fotos de la superficie del Sol, verás que salen como pequeñas erupciones o *loopings*. Esto hace que el plasma pierda energía más rápido de lo que nos gustaría. Sin embargo, parece experimentalmente que puede haber unos fenómenos físicos que pueden ayudarnos a suprimir esta turbulencia en el borde, y aumentar la eficiencia del reactor en más de un 100%. Para encontrar el diseño óptimo del reactor utilizando este efecto beneficioso, primero, hay que entender cómo funciona, qué es lo



Equipo del reactor de fusión del MIT durante su construcción.

**"Cualquiera puede solucionar algunos de los desafíos actuales que todavía nadie ha resuelto para hacer un mundo mejor"**

que lo causa y si hay otros fenómenos que permitan aumentar la eficiencia aún más. Mi tutor Peter Catto y yo hemos hecho un modelo teórico que, por primera vez, explica unos experimentos que hasta ahora no se entendían y que podría predecir el óptimo diseño del reactor de fusión.

*En su opinión, ¿cuál es el futuro de esta área?*

El objetivo es que la energía de nuestros (futuros) hijos sea la fusión, junto con energías renovables cubriendo los picos de demanda.

*¿Qué oportunidades encuentra un joven investigador en fusión en nuestro país?*

Agradezco el apoyo que ha puesto el país en potenciar la investigación de estudiantes universitarios, con becas como las de Excelencia de la Comunidad de Madrid. Tuve la suerte de poder ir durante el doctorado a una universidad donde se financia la investigación puntera, donde se ofrecía uno de los cursos más específicos y punteros en el campo, y donde están algunos de los grandes expertos mundiales en física teórica de plasmas, si no los mejores. Pero, si alguien quisiera investigar fusión en España, sé que hay grupos excelentes en la ETSII, en la Carlos III y en el CIEMAT, que hacen teoría, computación y/o experimentos.

*¿Hacia dónde quiere encaminar su futuro profesional?*

Me encantaría ser profesora y seguir investigando en fusión. Algún día, incluso puedo ayudar a algún estudiante a descubrir su vocación, y enseñarle y ayudarle a desarrollar su potencial, como otros como Ignacio y Peter me enseñaron a mí.

*¿Qué consejos daría a los estudiantes de la UPM?*

Cualquiera que sea vuestra motivación, diseñar coches, aviones,... ¡cuidadla, ánimo y no os rindáis! Yo también, durante la carrera y después, he pasado por momentos en los que no me salían las cosas o parecía que la situación estaba en contra. Sin embargo, era lo suficientemente cabezota para seguir intentándolo; y, de alguna manera, las cosas al final acababan saliendo.



Silvia Espinosa y Peter Catto, su director de tesis, entendiendo los plasmas desde la física y las matemáticas, para ayudar al diseño del reactor de fusión.

## OTRAS NOTICIAS

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

### ABRIL

- El conocimiento popular ayuda a la sostenibilidad ambiental
- Investigadores de la UPM descifran el genoma y epigenoma de la *'Arabidopsis thaliana'*
- Estimulación cerebral bajo demanda para tratar el párkinson
- El diseño del olivar condiciona su producción y la calidad del aceite
- La UPM contribuye al estudio de la atmósfera de Marte
- 'Smartphones' para evitar la desorientación de los mayores
- Reconocido un método de la UPM contra incendios en edificios
- ¿Cuántas cabras montés debe haber

en la Sierra de Guadarrama?

- ¿Cuál es el mejor método para interpolar espacialmente la radiación solar?

### MAYO

- Nuevo material para mejorar los suelos a partir de residuos ganaderos
- Propiedades sensoriales, un criterio más para la mejora genética del trigo
- Hibridación termosolar
- La vulnerabilidad urbana se anticipó a la crisis económica
- La resinación: una producción que vuelve
- Los ladridos caracterizan a los perros igual que la voz a las personas

- Investigan la evolución de interfases físicas mediante redes complejas
- Detectan alérgenos en harinas con técnicas de imagen hiperespectral
- Una 'app' española para controlar la exposición al ébola

### JUNIO

- Ingeniería aplicada a la rehabilitación cognitiva
- Dieta hipocalórica y ejercicio para mejorar la salud de pacientes obesos
- El yacimiento de Complutum, visto a través de tu móvil
- Trabajan en un robot que juega al voley para ayudar a niños con autismo.

# Desde 70 MHz hasta 4 GHz: Potentes Osciloscopios del experto en Test&Medida.

Rápidos, Fáciles de manejar, Precisos –  
Así son los osciloscopios de Rohde & Schwarz.

**R&S®RTO:** Mida más rápido. Vea más. (Anchos de Banda: desde 600 MHz hasta 4 GHz)

**R&S®RTE:** Sencillo. Potente. (Anchos de Banda: desde 200 MHz hasta 1 GHz)

**R&S®RTM:** Enciéndalo y Mida. (Anchos de Banda: 350 MHz y 500 MHz)

**HMO3000:** El osciloscopio de uso diario. (Anchos de Banda: desde 300 MHz hasta 500 MHz)

**HMO Compact:** De gran valor. (Anchos de Banda: desde 70 MHz hasta 200 MHz)

Todos los osciloscopios de Rohde & Schwarz incorporan análisis en el dominio del tiempo, análisis lógico, de protocolos y de frecuencia en un único dispositivo.

Conózcalos en [www.scope-of-the-art.com/ad/all](http://www.scope-of-the-art.com/ad/all)



Jose Antonio Gordo González y Beatriz María Vera de la Fuente, estudiantes de la ETS de Edificación y promotores de Aislater

## El efecto botijo aplicado a la edificación

¿Qué pasaría si se reproduce en un edificio el efecto botijo para reducir la pérdida de calor y, en consecuencia, el consumo de energía? Eso es lo que se plantearon Jose Antonio Gordo González y Beatriz María Vera de la Fuente, estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Edificación de la UPM y creadores de Aislater, un método que, a través de paneles cerámicos porosos, permite mejorar el aislamiento externo de los edificios.

La envolvente térmica de un edificio es la "piel" que lo protege de la temperatura, aire y humedad exteriores. Según el Código Técnico de Edificación, el marco normativo que establece las exigencias que deben cumplir los edificios, la envolvente térmica se compone de todos los cerramientos que separan los espacios habitables y el ambiente exterior.

Esta normativa exige que la envolvente cumpla ciertos criterios de eficiencia energética, como optimizar el ahorro de energía y ser respetuosa con el medio ambiente. Sin embargo, en la actualidad, alrededor del 70% de las pérdidas de calor que sufren los edificios se produce a través de las envolventes.

La solución constructiva más eficaz existente ante esta problemática es la fachada ventilada. Ya hay propuestas en el mercado de empresas como Faveton o Argeton, que utilizan este sistema constructivo con el que se consigue un aislamiento de alrededor de dos grados. Aislater también se basa en él, con la aplicación de piezas cerámicas que simulan el efecto botijo, consiguiendo un ahorro energético de seis a ocho grados.

### Una solución sencilla, natural y eficiente

El origen de Aislater está en la "necesidad de solventar un problema de eficiencia y ahorro energético que surge en los edificios", explica Jose Antonio Gordo. Para mejorar el aislamiento térmico en la envolvente de los edificios, han diseñado unas piezas de composición cerámica donde

tiene lugar una circulación de agua, creando una fachada ventilada gracias a la evapotranspiración del agua.

El fundamento científico está basado en la propiedad del agua a la hora de absorber calor del entorno para evaporarse (efecto botijo). "La principal novedad de Aislater es el hecho de proporcionar una circulación abierta de agua en la fachada para simular la evapotranspiración, y utilizarlo para enfriar de forma natural y con contaminación 0%", afirma.

El sector de la construcción ha sido bastante reacio a las innovaciones en los métodos y sistemas constructivos, asegura este estudiante de la UPM, que explica como ejemplo que el "novedoso suelo radiante no es más que una evolución del hipocausto romano". Así, "nuestro proyecto no deja de ser un replanteamiento de lo que ha existido siempre".

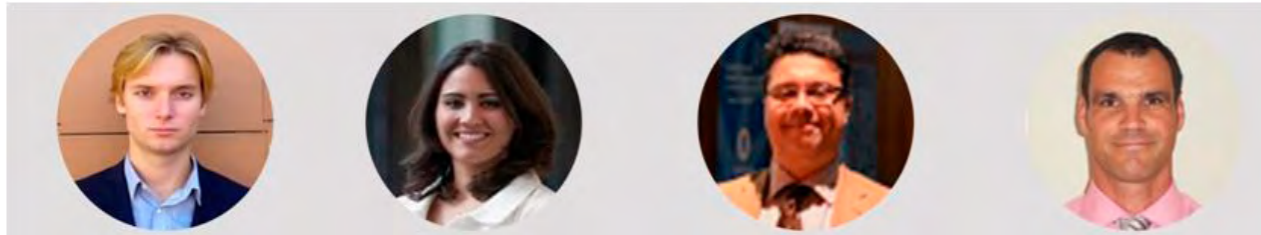
Las principales ventajas que presenta la nueva solución son la sostenibilidad, al ser un producto no contaminante, su fácil montaje y que pertenece a un sector muy desarrollado en nuestro país, como es la cerámica. "Aislater es una solución constructiva que solventa el problema de la eficiencia energética de una manera eficaz, sencilla, natural y no contaminante", asegura.

El sistema resulta de aplicación tanto en obra nueva como en rehabilitación. No obstante, dado el volumen de obra que ha registrado España en los últimos años y la reciente aparición de normativa sobre eficiencia energética en edificación (certificados energéticos), el proyecto está enfocado principalmente a la rehabilitación.

Precisamente, el 58% de los edificios, según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDEA, 2014), requieren una rehabilitación de la envolvente, por lo que cada vez son más "necesarias las medidas de intervención para disminuir las pérdidas de calor por la envolvente del edificio", afirma Jose Antonio.



Promotores del proyecto. Beatriz Vera De la Fuente y José Antonio Gordo González.



Integrantes del equipo del proyecto Aislater: José Antonio Gordo, Beatriz Vera, Alfonso Moraño y Sergio Capitán.

### Un proyecto premiado: emprender en edificación

Para estos investigadores de la UPM, el principal objetivo a corto plazo es finalizar el diseño de un prototipo experimental para estudiar un caso real. Para ello, cuentan con la colaboración del resto de integrantes del equipo de *Aislater*: Alfonso Moraño, profesor de la ETSI de Minas y Energía, y Sergio Capitán.

En cuanto a la creación de su propia empresa, Jose Antonio confiesa que siempre ha tenido "ganas de crear algo por cuenta propia y ser emprendedor", algo ahora tan en boga. Este proyecto es resultado de su participación junto a Beatriz en un concurso en la ETS de Edificación relacionado con la eficiencia energética, donde vieron el gran potencial de su idea.

Se trata del concurso anual sobre soluciones constructivas sostenibles que el grupo "Presto Iberica" organiza a nivel regional y nacional. El proyecto *Aislater* obtuvo el primer premio en ambas convocatorias en su edición de 2013. Posteriormente, se presentaron a la III convocatoria del Fondo de Emprendedores de la Fundación Repsol y al concurso actúaupm (2014). En el primer caso, de entre los 700 proyectos presentados a nivel mundial, consiguieron ser uno de los dieciséis finalistas que seleccionó la empresa de energía española.

En el concurso de creación de empresas organizado por la Universidad Politécnica de Madrid también alcanzaron la final. Gracias al curso formativo que recibieron en actúaupm, consiguieron detectar los puntos

fuertes del proyecto, analizar el mercado y redactar el plan de negocio que les llevó a la final del concurso convocado por Repsol. De allí, llegaron contactos a nivel comercial y tecnológico con los que poder implementar el producto en el mercado.

"Mi paso por actúaupm me ayudó a ordenar las ideas. Ofrece una muy buena formación a aquellos que tengan iniciativa y que no sepan muy bien cómo se puede plantear un proyecto para llevarlo a cabo, estudiar su viabilidad y evitar fallos típicos de la inexperiencia. Estoy muy agradecido a actúaupm, y creo que está haciendo una gran labor al impulsar y apoyar a los jóvenes universitarios que vean como una oportunidad laboral lanzar ellos mismo un proyecto empresarial", concluye.



Entrega de premios del Fondo de Emprendedores de Repsol (2014).



Maqueta 3D de la pieza de fachada. Modelización de la pieza final y montaje de las piezas sobre la fachada.

## Poliencuentro 2015

La Delegación de Alumnos de la Universidad Politécnica de Madrid ha participado en la primera edición de *Poliencuentro*, un evento que ha reunido a representantes de estudiantes de esta universidad y de las Politécnicas de Cataluña (UPC) y Valencia (UPV) con el objetivo de sentar las bases de un futuro de colaboración y afianzamiento en la relación entre las tres universidades politécnicas. Esta primera reunión se celebró los días 1, 2 y 3 de mayo en la Casa del Alumno, en el Campus de Vera de la Universidad Politécnica de Valencia.

*Poliencuentro 2015* facilitó el contacto entre las Delegaciones de Alumnos de las tres instituciones para abordar cuestiones de interés general para los estudiantes, analizar los diferentes órganos de representación universitaria, compartir diferentes herramientas y metodologías de trabajo, así como otros temas de mayor profundidad, como

los relativos a normativas, financiación y objetivos futuros comunes.

En este marco, *Poliencuentro* se origina con la idea de ser un evento periódico para los representantes de alumnos, que tendrá una sede rotatoria. Tiene su precedente más cercano en la reunión que celebran desde hace años los rectores de estas tres universidades politécnicas, guardando grandes similitudes en el contenido y los objetivos, pero a diferente escala.

En esta ocasión, los representantes de los estudiantes debatieron sobre el funcionamiento de los MOREs (Máximo Órgano de Representación Estudiantil), comunicación interna, asuntos externos, financiación y relaciones externas. Un debate sobre la búsqueda de objetivos comunes, en un intento por sumar fuerzas en la misma dirección en aquellos temas más cruciales para el futuro de las ingenierías, puso punto final a las jornadas.



### OTRAS NOTICIAS

ESTUDIANTES

#### ABRIL

- La UPM proporciona acceso a MATLAB y Simulink en el Campus
- Más de 158 años formando profesionales de la ingeniería técnica industrial

- Carlos Matilla, estudiante de la UPM, elegido "joven con talento"
- Dos alumnos de la ETSIDI-UPM, ganan el *Materials Selection Challenge*

#### MAYO

- Estudiantes de la UPM ganadores del *Deloitte Business Game*
- Un nuevo posgrado aúna estudios clínicos e investigación con pacientes
- XXIV Festival de Teatro de la UPM



© OeWF (Paul Santek)

Iñigo Muñoz, ingeniero aeronáutico por la UPM y astronauta análogo del OeWF

## “El futuro de la Humanidad pasa por el espacio. Debemos seguir explorando y ampliar los límites a nuestro alcance”

En su perfil de la red profesional LinkedIn, Iñigo Muñoz se define como un “ingeniero multidisciplinar, con un ojo siempre mirando hacia el cielo y un entusiasta del espacio, en busca de la próxima gran aventura que nos traigan los viajes espaciales y dispuesto a contribuir a ella”. Sueña con el espacio desde niño y ahora ve cómo su anhelo de ser partícipe de la carrera espacial se materializa al resultar uno de los cinco seleccionados por el OeWF (*Österreichisches Weltraum Forum*, en alemán) en la última convocatoria de búsqueda de nuevos astronautas análogos para misiones en Tierra.

Aunque estudió economía en Alemania (*BA in Economics*), en el año 2000 eligió la Universidad Politécnica de Madrid para cursar ingeniería aeronáutica, por la que se tituló en 2007. Un año más tarde se incorporó al equipo del EUSOC, el Centro de Operaciones y Soporte a Usuarios Español de la Agencia Espacial Europea (ESA), que tiene su sede en el Campus de Montegancedo de la UPM. En él llevó a cabo tareas de preparación y operación de varios

experimentos a bordo del módulo Columbus de la Estación Espacial Internacional.

Actualmente vive en Munich, Alemania, y trabaja para la empresa *HE Space Operations*, en el programa Galileo, iniciativa conjunta de la ESA y la Comisión Europea. Su función dentro de este sistema global de navegación por satélite es la de dar soporte a las actividades de validación del Segmento Terreno de Misión (GMS). Mientras, continúa formándose y cursa un Máster en Astronomía y Astrofísica en la Universidad Internacional de Valencia.

Ahora debe compaginar toda esta actividad con su nuevo reto en Innsbruck (Austria), a donde acude para sus entrenamientos como astronauta análogo en el programa PolAres, ya que ha sido el único español seleccionado entre un centenar de candidatos. Siempre con el cielo como meta, confiesa que, “por supuesto” le gustaría ser uno de los astronautas del cuerpo de la Agencia Espacial Europea: “¿dónde hay que firmar?”

Las misiones análogas, aunque poco conoci-

das, son muy importantes para asegurar la viabilidad y éxito de las posteriores misiones espaciales. Se trata de que personas preparadas específicamente para ello, realicen pruebas y experimentos (“básicamente las mismas tareas que haría un astronauta”) en localizaciones en la Tierra que se asemejen desde el punto de vista geológico, ambiental o de aislamiento al entorno espacial.

El programa en el que participa el ingeniero de la UPM se centra en la exploración humana-robótica de Marte, y tiene por objeto establecer un marco de lo que será posible o no en futuras misiones “al planeta rojo”, generando un conocimiento que pueda ser utilizado para definirlos. Esta es una de las causas, además de por su escaso tiempo y su intensa actividad, por la que los propios astronautas “reales” que irán al espacio no realizan estas misiones análogas preparatorias previas, ya que como los trabajos están aún por determinar y la tripulación aún no ha sido seleccionada, “nosotros contribuimos a allanar el camino hasta entonces”, explica.

### ¿De dónde surge su participación en este programa del OeWF?

La exploración espacial, principalmente las misiones tripuladas, me ha apasionado siempre. Ese fue el principal motivo por el que estudié Ingeniería Aeronáutica. Así que cuando descubrí al OeWF, me uní a ellos. Es una organización de carácter voluntario con diferentes campos en los que poder colaborar y desarrollar ideas propias. Comencé formando parte del grupo de Soporte de Misión, pero al abrirse la convocatoria para seleccionar nuevos *analog astronauts* no dudé ni un segundo en presentarme. El proceso fue bien y estoy más que contento de haber sido seleccionado.

### ¿Ha sido un proceso de selección duro?

Ha sido duro, pero a la vez divertido y en el que he conocido gente muy interesante. Incluso aunque no hubiera sido seleccionado, la experiencia en sí misma ya hubiera valido la pena. Después de una selección interna, 30 personas nos dimos cita en Innsbruck para la primera ronda presencial. Todos muy preparados, con perfiles diversos, por lo que desde el primer día ya vimos que no iba a ser sencillo. Realizamos pruebas de todo tipo: psicológicas, físicas, de conocimientos. Los 15 que pasamos esta ronda, participamos en dinámicas de grupo, entrevistas personales e incluso evaluaron nuestra capacidad de comunicación escrita y frente a una audiencia, y también nos sometieron a un test médico-deportivo completo. Tras tantas pruebas, fue toda una sorpresa y una alegría saber que había sido seleccionado.

### ¿Hace falta tener espíritu aventurero para embarcarse en este proyecto?

Hay que tener cierta dosis de curiosidad por lo desconocido y ganas de conocerlo más. A mí me gusta salir de mi zona de confort porque



© OeWF (Paul Santek)

Parte del Field Crew Team para la misión AMADEE-15.

generalmente es cuando más se aprende, pero también es la principal barrera que solemos tener. En este proyecto se puede participar de diferentes maneras, porque no todo el mundo quiere instalar la infraestructura que necesitamos en cada misión, sea en el Sáhara marroquí (misión MARS2013) o en un glaciar, o con un traje de 45 kilos encima, pero puede que sí le interese formar parte del equipo de *Science Support*, de *Mission Planning* o de *Flight Control* del *Mission Support Centre*. O incluso puede que le interesen los dos aspectos de la misión, como es mi caso. PolAres tiene un sitio para cualquiera que esté interesado en la exploración de Marte.

### ¿Ha tenido peso su trabajo en el EUSOC para ser seleccionado?

No conozco los criterios exactos para la selección, pero personalmente creo que sí habrá influido. Durante mi paso por el EUSOC pude aprender de primera mano cómo se llevan a

cabo las operaciones a bordo de la ISS, algo que no se puede experimentar en demasiados lugares en Europa. Además es un tipo de experiencia que puede aportar mucho a un proyecto como este.

### Es el único español seleccionado, ¿supone una responsabilidad mayor?

Supone una responsabilidad en el sentido de que me gustaría dar a conocer más este tipo de investigación en España, sobre todo teniendo en cuenta la gran cantidad de lugares que tenemos para usar como análogos (el Río Tinto, donde el OeWF estuvo en 2011, el Teide, el barranco del Jaroso...). Personalmente, me hubiera gustado saber más sobre este tema durante la carrera y creo que le puede interesar a mucha otra gente que por ahora lo desconoce.

### ¿Qué tipo de entrenamiento o preparación se necesita para su tarea?

Estamos siguiendo un plan de formación con

## DETALLES DE LA MISIÓN

### Sobre el OeWF:

*Austrian Space Forum (Österreichisches Weltraum Forum*, en alemán) es una organización independiente dedicada a la investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito espacial. Integra a expertos en vuelos espaciales e interesados en el espacio, que cooperan con institutos de investigación, tanto austriacos como internacionales, y con la industria.

### Sobre PolAres:

Programa interdisciplinar del OeWF centrado en el desarrollo de tecnologías y estrategias para la exploración de Marte, con énfasis en la interacción persona-robot y en la protección planetaria. Se compone de los siguientes elementos:

- Desarrollo de un simulador (físico) de Rover (Phileas)
- Desarrollo de un simulador de traje espacial (Aouda)
- Investigación de vectores de contaminación durante la exploración
- Desarrollo y optimización de los procesos necesarios para la coordinación entre la tripulación y el Centro de Apoyo a la Misión

### Sobre AMADEE-15:

La próxima misión del OeWF, AMADEE-15, será en agosto en el glaciar Kauter (Austria), por lo que tendrá particularidades propias, como un menor nivel de oxígeno. Los astronautas análogos estarán a unos 3.000 metros de altura, así que será la misión análoga más alta hasta la fecha.

un currículo bastante heterogéneo, de clases teóricas y prácticas sobre muchos temas. Algunos, afectan directamente a las tareas de campo, como conceptos operacionales, planetología marciana, tipos de trajes espaciales y nuestro simulador de traje en concreto, geología de campo (hay que tener en cuenta que seremos los ojos de los geólogos que quieren estudiar Marte). Otros, son necesarios para llevar a cabo la misión, como primeros auxilios, problemas derivados del aislamiento, e incluso cosas más divertidas como conducir *quads*. Y, por último, la preparación específica para cada experimento que llevaremos a cabo. A esto hay que sumar el entrenamiento físico, que es igual de importante. Al fin y al cabo, estaremos con un traje de 45 kilos encima durante varias horas, a 3.000 metros; así que por el bien de la misión, y por el nuestro propio, nos interesa estar en forma.

#### ¿Qué dificultades presenta la exploración de Marte?

La exploración de Marte por parte de humanos tiene varios retos a los que enfrentarse. Los conocidos por todos: coste, riesgos para la salud (por exposición a radiación, largos periodos de ingravidez durante el viaje o de baja gravedad en Marte) y efectos psicológicos producidos por el aislamiento. Pero también hay otros menos evidentes, como los problemas causados por el retraso en las comunicaciones debido al tiempo que tarda en llegar la señal, los que causa el polvo fino de la superficie de Marte (que puede causar erosión) y la posible contaminación del planeta con organismos terrestres y viceversa (si se diera el caso).

#### ¿Ya se detectan estos inconvenientes en las misiones análogas?

Durante las misiones análogas nos enfrentamos a varias de estas dificultades, y así podemos estudiar también maneras de resolverlas. Por ejemplo, estamos en condiciones de aislamiento, aunque durante periodos mucho más cortos; introducimos un retraso artificial en todas nuestras comunicaciones, y analizamos los vectores de contaminación en las zonas donde llevamos a cabo los experimentos (en este sentido, es importante mencionar que el material exterior de nuestro traje está diseñado para minimizar cualquier posible contaminación).

#### La próxima misión es en un glaciar en agosto, ¿qué hará allí?

Desempeñaré dos funciones principales alternativamente, la de *analog astronaut* (AA) y la de *Safety*, que es algo así como el "ángel de la guarda" del AA. Como *Safety* no podemos interactuar con el AA, pero siempre estamos cerca de él por si ocurre algo que lo pueda poner en peligro y responder rápidamente para garantizar tanto su seguridad como la del traje. Saber que tienes a alguien cerca puede dar sensación de seguridad (y además verídica en este caso), que no se tendría durante una misión real, pero durante las simulaciones seguimos la máxima de "safety first".

#### ¿Qué experimentos van a realizar?

Los experimentos asignados a la próxima misión están relacionados principalmente con la astrobiología y la geología, aunque también probaremos diferentes conceptos operacionales. Como ejemplos, en cuanto a astrobiología, hay varios experimentos para detectar mi-

croorganismos o sus biofirmas en ambientes extremos y estudiar su respuesta. En el campo de la geología, analizaremos la erosión de las rocas en interacción con el hielo, y utilizaremos un georradar para estimar la profundidad del hielo en el glaciar.

#### ¿Qué mejoras tiene el traje espacial que están probando?

Nuestro traje espacial, Aouda, es un simulador diseñado para reproducir las sensaciones que un traje presurizado tendría en Marte, a la vez que monitoriza nuestras constantes y los niveles de humedad y gases en su interior. No está pensado para usarse en una misión real. Aun así, sí que podemos probar conceptos que se incluirían en modelos reales, como la información representada en la pantalla que hay dentro del casco o la conexión entre trajes o entre traje y robot para transferir datos y/o energía.

#### ¿Cómo se siente cuando está "dentro" de ese traje?

La primera vez que hice el *donning* (todo el proceso para ponerse el traje, que duró unas dos horas hasta que ya estaba listo para andar solo) me encantó, pues es algo que había querido hacer durante mucho tiempo. No es lo mismo que un traje real de astronauta, pero para mí ha sido lo más cercano.

#### ¿Qué siente al estar contribuyendo a la carrera espacial?

Principalmente, realización. Desde el punto de vista personal, porque es lo que me gusta y donde quiero estar. Todos los logros que se han conseguido en tan poco tiempo son impresionantes, y ser una parte de eso, aunque sea pequeña, ya es mucho. Y bueno, tengo algo de

espíritu *geek* de ingeniero. Pero también creo realmente que el futuro de la Humanidad pasa por el espacio y por eso debemos seguir explorando y ampliar los límites a nuestro alcance. Y aportar algo a esto que trasciende a uno mismo, me hace sentir bien.

#### ¿Cómo lo compagina con su trabajo como ingeniero en Alemania para la misión Galileo?

Son dos actividades independientes, así que las tengo que llevar en paralelo. De momento, la única forma que he encontrado de compaginarlo es teniendo menos ocio y a veces días un poco largos, pero lo llevo bien.

#### Estudió ingeniería aeronáutica en la UPM, ¿cómo recuerda su paso por las aulas?

La verdad es que fueron unos de mis mejores años. Es una carrera dura, no creo que haya dudas al respecto, pero disfruté bastante durante mi paso por la ETSI Aeronáuticos. Aprendí mucho a nivel teórico, y también a enfrentarme a problemas complejos por mi cuenta, algo que siempre queda. Esa preparación que obtuve es la que me ha abierto puertas una vez fuera, así que el esfuerzo de esos años estuvo bien invertido. En la Escuela también conocí a varios de los que son mis mejores amigos. Formé parte del equipo de rugby, así que tengo muy buenos recuerdos no sólo en el aspecto académico. Fue una gran etapa para mi formación como persona, y creo que esa es la labor de la Universidad, formar personas tanto en el plano profesional, como en el personal, actuando como punto de encuentro. En ese sentido, la UPM me dio mucho de los dos. Siempre tengo buenos recuerdos cada vez que subo a nuestra pequeña colina en Ciudad Universitaria. Y si



había alguno malo, lo he olvidado por el camino.

#### ¿Qué opina de la preparación de los jóvenes ingenieros de la UPM?

Viendo a mis compañeros, está clara su buena preparación, y por eso se pueden desenvolver sin problemas en muchos puestos. También lo he podido comprobar en el extranjero, comparando con ingenieros de otros países. En otras universidades tienen planes de estudios con asignaturas más prácticas o que se centran en aspectos específicos demandados por el sector aeroespacial, y eso puede facilitar el comienzo de la carrera profesional de un joven ingeniero, pero esa capacidad de enfrentarse a problemas por uno mismo que adquirimos en la Escuela nos da a los ingenieros de la UPM la versatili-

dad de una "navaja suiza". Con ello y un poco de tiempo podemos compensar el desconocimiento de una herramienta en concreto. De todas formas, lo ideal sería tener lo mejor de ambas cosas, así que si al actual currículo y preparación de un ingeniero de la UPM le añades varias herramientas de uso estándar en la industria, ¿qué más se podría pedir?

#### ¿Cuáles son sus perspectivas de futuro?

A nivel profesional, mi intención es estar lo más cerca posible de la exploración espacial y de los vuelos tripulados. Creo que es un campo donde veremos cambios en el futuro, ya que cada vez hay más actores en el sector, por lo que llegarán tiempos interesantes. De momento, me centro en seguir paso a paso y disfrutando del camino.



Aouda.X ya conoce el hielo (Dachstein, 2012).



Aouda.X y el Eurobot de la ESA (Río Tinto, 2011).

### LOS CUATRO COMPAÑEROS DE IÑIGO:

Los cinco seleccionados por el OeWF forman un equipo multidisciplinar de perfiles muy distintos, pero sumamente preparados y con dominio de varios idiomas. Iñigo explica que la relación con sus compañeros es muy buena, tanto que afirma haber "hecho amigos nuevos de verdad. Estoy muy contento de que tengamos esa cohesión porque para tareas de este tipo el trabajo en equipo es fundamental. Creo que el comité de selección también tuvo en cuenta el equipo que formaríamos, pues las características del grupo serán un factor clave en misiones de larga duración". Sus compañeros son:

**Stefan Dobrovlny**, 25 años, de Leoben (Austria). Estudia medicina y en su tiempo libre es voluntario de la Cruz Roja y del Servicio de Rescate de Montaña austriacos como médico de emergencias.

**Carmen Köhler**, 35 años, de Alemania. Es la única mujer seleccionada. Estudió matemáticas y meteorología. Actualmente es investigadora en el servicio meteorológico alemán, en Offenbach.

**Kartik Kumar**, 31 años, de Países Bajos. Estudió tecnología aeroespacial y su expediente académico es brillante. Trabaja en monitorización y eliminación de basura espacial en el marco del proyecto europeo *Stardust*.

**Joao Lousada**, 26 años, de Portugal. Como Iñigo, estudió ingeniería aeroespacial. Trabaja en Alemania en el proyecto de la ESA de la nueva flota de satélites meteorológicos (*Meteosat Third Generation*).





Visita de miembros del Ministerio de Medio Ambiente al laboratorio (Nairobi, Kenya).

[Ingeniera de montes por la UPM, Victoria Carbonell investiga sobre Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria](#)

## “Como ingeniera de montes intento mejorar la calidad de vida en países como Kenia y Níger”

Nos desplazamos hasta Níger para conocer a Victoria Carbonell, titulada por la UPM que desarrolla en este país africano un proyecto centrado en *Farmer Managed Natural Regeneration* (FMNR). Se trata de una técnica agroforestal que practica en la zona del Sahel, consistente en la combinación de cultivos y árboles para obtener beneficios en términos de seguridad alimentaria, calidad del suelo e, incluso, ingresos económicos extra para las familias que la practican. Junto a la doctora Mariana Rufino, Victoria estudia los co-beneficios de esta práctica en términos de seguridad alimentaria y productividad.

Esta no es la primera experiencia de investigación de Victoria, ingeniero forestal y ambiental, que ya ha realizado trabajos relacionados con las Ciencias del Suelo y el Cambio Climático en distintos países en desarrollo de África. “Nunca había sentido que la investigación fuera mi vocación, pero mi

compañera de estudios y amiga Cristina Arias Navarro me ofreció venir a Nairobi como asistente de investigación por tres meses. Me fui involucrando cada vez más en este mundo con nuevos proyectos y más responsabilidad, y me di cuenta de que era a lo que me quería dedicar”, explica.

Y es que para esta titulada por la UPM, ser

**“Algo muy positivo de la ingeniería de Montes es que proporciona conocimientos en campos muy diversos”**

ingeniera de montes le está permitiendo aportar su “granito de arena” en el intento de mejorar la calidad de vida de las personas en países como Kenia y Níger. “Algo muy positivo que tiene la Ingeniería de Montes es que proporciona conocimientos en campos muy diversos, tanto técnicos como en medio ambiente. En mi trabajo en particular, aplico principalmente estadística, termodinámica, topografía y selvicultura”, añade.

En su caso, además, destaca la formación que ha recibido en la ETSI de Montes, en especial, las prácticas en campo que pudo realizar durante los últimos años de estudio. “Considero que la UPM forma ingenieros con una base muy buena. No sólo en Montes, también lo veo en otros profesionales formados por nuestra Universidad, como mi padre, ingeniero naval por la UPM. En ocasiones lo he podido comparar con ingenieros de otras universidades e incluso de otros países, y creo que no tienen nuestra base ni



Visita al Parque Nacional “Chyulu Hills” (Kenya).



Victoria explica a un miembro del MMA el análisis de gases.

nuestros conocimientos”, afirma.

De su paso por la UPM guarda “muy buenos recuerdos”. “Estudiar Montes fue duro, pero también me hizo vivir muchas experiencias nuevas y momentos de diversión”, evoca.

### Estudiar las emisiones de gases de efecto invernadero del suelo

En septiembre, una vez finalice el proyecto de FMNR en Níger, comenzará su doctorado trabajando con CIFOR en Kenia. Esta organización sin fines de lucro con base en Bogor, Indonesia, tiene como misión contribuir al bienestar sostenido de la población en países en desarrollo a través de una investigación aplicada a los sistemas silvícolas y sector forestal. Para ello, intenta promocionar la transferencia de nuevas tecnologías y la adopción de nuevos métodos para el desarrollo nacional.

**“Considero que la UPM forma ingenieros con una base muy buena”**

El programa de investigación en el que colabora Victoria aborda el desafío del incremento del calentamiento global y el descenso de la seguridad alimentaria a través de la investigación. En él trabajan investigadores en ciencia agrícola, ciencia climática y ciencias sociales y ambientales para identificar y tratar las interacciones e intercambios entre cambio climático y agricultura.

Pero esta no es la primera experiencia de la española en Kenia. Ya trabajó en 2014 en un proyecto en la región de Nyando, al oeste del país, donde se concentran cultivos de caña de azúcar. El objetivo principal era estudiar emisiones de gases de efecto invernadero del suelo de plantaciones de caña de azúcar. Para ello, combinaron trabajo de campo para la toma de muestras, trabajo de laboratorio para los análisis de gases y de gabinete para cálculos y análisis estadísticos. Y de ahí salió su primera colaboración en un artículo científico.

El futuro para esta titulada por la UPM pasa por seguir construyendo su carrera investigadora como científica. “Mi balance es al 100% positivo, rodeada de muy buenos profesionales y en una organización como CIFOR, que me ha hecho crecer como persona y, por supuesto, como profesional”, concluye.



Planeando el trabajo de campo con el equipo en Fakara (Níger).



Discutiendo resultados después de un día de trabajo de campo (Fakara, Níger).



De izquierda a derecha, Iago Fernández-Cedrón, David Jiménez, Pablo Fernández-Maqueira y Federico Álvarez, fundadores de Videona.

[Investigadores de la UPM desarrollan Videona, una app que ya ocupa el tercer puesto en el ranking de aplicaciones nuevas de 'Multimedia y Vídeo' de Google Play](#)

## Comparte tu vida en una película

Grabar, publicar, editar, compartir... Son términos habituales en las conversaciones de los más jóvenes, para los que el *smartphone* se ha convertido en una herramienta indispensable. Y es que el móvil está ganando terreno a otros dispositivos: en 2014, más del 60% de las conexiones a Internet en nuestro país se hicieron a través de un móvil. A nivel mundial, los números se disparan y se prevé que los usuarios de estos dispositivos se aproximen a los dos mil millones a finales de 2015.

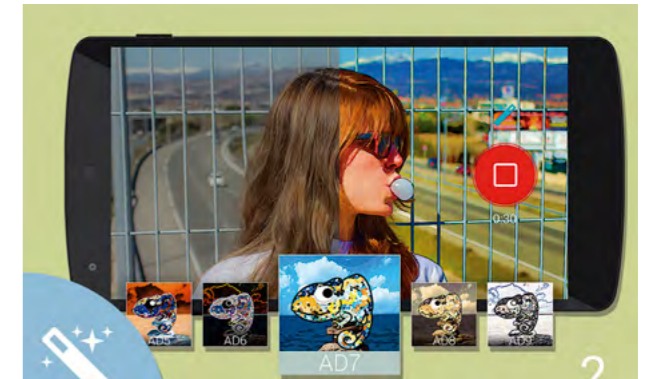
El auge de estos dispositivos también ha hecho crecer exponencialmente las demandas de aplicaciones para móviles. Países como EEUU, Corea del Sur y España encabezan la lista de los 10 con mayor número de descargas de aplicaciones multimedia, incurriendo en un gasto medio

de 6 euros usuario/mes según varios estudios de mercado.

Junto a ello, las redes sociales se han convertido en una de las formas más dinámicas para comunicarse, sobre todo entre los más jóvenes. Tras la asimilación y uso de imágenes en redes sociales, el siguiente paso es la integración del vídeo. Las plataformas más usadas, como *Facebook* y *Twitter*, ya están desarrollando aplicaciones que permitan gestionar vídeos desde el móvil.

Es en este contexto donde se enmarca *Videona*, una aplicación para móviles desarrollada por el Grupo de Aplicación de Telecomunicaciones Visuales (G@TV) de la Universidad Politécnica de Madrid, que permite al usuario grabar, editar y compartir vídeos de manera sencilla y rápida.

*"La plataforma permite grabar vídeos desde el móvil y editarlos al momento en el propio terminal"*



### ¿Cómo funciona?

Esta nueva "plataforma social de vídeo" permite grabar vídeos desde el móvil y editarlos al momento en el propio terminal. Su funcionamiento es muy intuitivo: una vez grabado el vídeo, se puede editar las imágenes añadiendo varios elementos multimedia (música, transiciones y efectos originales) para componer un nuevo clip de vídeo, más personalizado. Posteriormente, se puede compartir en redes sociales.

La herramienta proporciona a los usuarios la posibilidad de reeditar sus creaciones audiovisuales o usar partes de ellas para elaborar otras nuevas. Además de poder editar el vídeo, la *app* permite incluso incorporar filtros en el momento de la grabación.

La aplicación busca convertir a los usuarios en "vidionis". Para ello, en breve ofrecerá la posibilidad de compartir los vídeos en su propia red social, e incluirá funciones de "gaming" a través de un sistema de recompensas con el que conseguir ventajas y mejoras para los vídeos mediante logros de los usuarios.

En opinión de Iago Fernández-Cedrón, CEO de *Videona*, entre las principales ventajas de la aplicación está que facilita una "sencilla edición con los vídeos creados con la misma aplicación para luego compartirla por el medio que el usuario prefiera, además de incorporar grabación en HD, la aplicación de filtros en tiempo real o la posibilidad de añadir músicas de librería".

### Un vivero de talento

Pero este no es el primer proyecto emprendedor de este Ingeniero Técnico Informático por la UPM. Tras finalizar su Trabajo Fin de Curso en INRIA-Futurs (Lille) en 2005, Iago se incorporó al G@TV como investigador contratado. Desde ahí, lanzó una patente sobre personalización de contenidos en emisiones de televisión para móviles y realizó varios

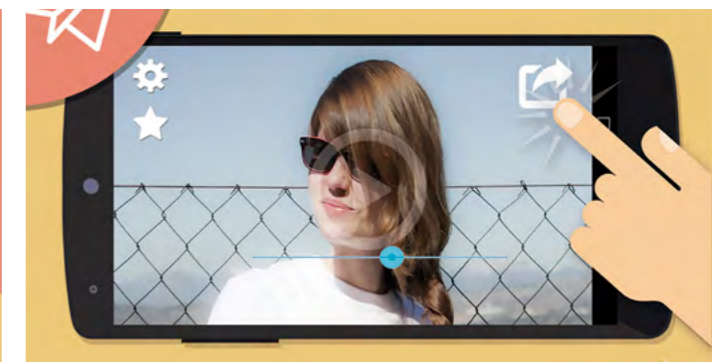
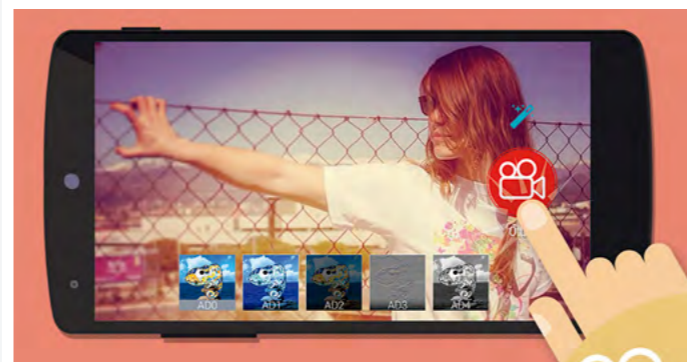
registros de software, entre ellos *VideoZone*, germen de *Videona*, que actualmente cuenta con más de 200 mil descargas en Google Play.

"Junto a Federico Álvarez y Nuria Sánchez, se nos ocurrió hacer un editor de vídeo para móviles con red social asociada. Hace dos años la pusimos en el *market* para ver si tenía aceptación y la fuimos manteniendo hasta que creció lo suficiente para decidir que podía ser una gran idea como negocio", describe.

*Videona* es uno de los proyectos de éxito de *Visiona*, *spin-off* creada por este grupo de investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid. Estos jóvenes emprendedores colaboran desde hace más de 10 años en distintos proyectos europeos. Varios de ellos han participado en el VII Programa Marco a nivel europeo, o en *Buscamedia* y *Ciudad2020* en el ámbito nacional. Además, han hecho posible la emisión de televisión a través del móvil o la tecnología para cine 4K, entre otros ambiciosos trabajos.

En cuanto a sus planes de futuro, se plantean una versión básica gratuita de *Videona*, a la que se irán añadiendo funcionalidades en pequeños paquetes con un coste mínimo. Así, se podrán adquirir filtros, transiciones, avatares, la posibilidad de usar las dos cámaras del móvil o, incluso, coeditar los vídeos en tiempo real. "Acabamos de graduarnos en la escuela de primavera de Tetuan Valley y estamos buscando nuevas fuentes de financiación para seguir desarrollando la aplicación", explica Iago.

Nuestra app, añade, "aterrizó en Google Play y sólo una semana después ya podíamos presumir de ocupar el tercer puesto en el ranking de aplicaciones nuevas de la categoría *Multimedia y Vídeo* de dicha plataforma. Además, ya contamos con más de 7.000 descargas. Estamos muy satisfechos con la acogida: ya tenemos *vidionis* en más de 80 países repartidos por los cinco continentes", concluye.





### Programa UPM Solutions

## Soluciones tecnológicas para los problemas reales de las empresas

Inditex, Mapfre y Mutua Madrileña son las primeras empresas que ya han planteado sus retos tecnológicos a los investigadores de la Universidad Politécnica de Madrid. Lo hacen en el marco del programa *UPM Solutions*, iniciativa para buscar soluciones a los desafíos de innovación que tienen planteados.

La UPM destaca como una de las universidades españolas mejor relacionada con la industria y desarrolla una intensa actividad de I+D+i en cooperación con el sector empresarial. Entre sus líneas estratégicas, está asegurar el buen nivel de esta cooperación, siendo la universidad española mejor preparada para proporcionar soluciones de investigación y formación al sector industrial.

En ese marco de colaboración Universidad-Empresa, se ha puesto en marcha el programa *Solutions* para aportar nuevos desarrollos y soluciones tecnológicas avanzadas a las necesidades que exponen de una manera abierta las compañías. "*Solutions* constituye un ejemplo de la estrategia activa de la UPM para incrementar las relaciones con el mundo empresarial mediante una aproximación institucional, frente al modelo clásico de aproximación desde el investigador", explica Roberto Prieto, vicerrector de Investigación.

El programa consiste en hacer llegar a la comunidad universitaria un reto de investigación planteado por una empresa. El paso siguiente

es seleccionar las ideas más interesantes propuestas por los expertos de la UPM para desarrollarlas con mayor detalle, proporcionando un plan de trabajo para llegar a la solución del problema. De este conjunto de propuestas, la empresa extrae aquellas que valora de mayor interés y a las que apoyará con el desarrollo de un proyecto.

### Tres casos reales: cobros bancarios, recuperación de residuos de moda y fraude en los seguros

Una de las estrategias fundamentales de sostenibilidad de Inditex, empresa líder en el sector textil a nivel mundial, radica en la adecuada gestión del fin de vida de los productos que pone a la venta, tanto textiles como accesorios (calzado, bolsos, bisutería, etc). El reto planteado a los investigadores de la UPM consiste en el desarrollo de tecnologías y procesos de "*upcycling*" para ayudar a recuperar los residuos de productos de moda y su transformación en productos de igual o mayor valor. En una primera fase, los investigadores de la UPM han presentado hasta 31 propuestas, de las que se seleccionaron tres para la segunda etapa, consistente en la elaboración del Plan de Proyecto completo. En este momento, Inditex está analizando los planes propuestos.

En el caso de Mapfre, el objetivo del proyecto era identificar solucio-

nes para la protección de datos de los clientes en el proceso de cobros bancarios. Se han recibido nueve propuestas, pendientes de estudio por parte de la empresa Mapfre. Además, en el marco de colaboración entre ambas instituciones, se identificarán otras áreas de negocio en las que Mapfre quiera incorporar nuevos procesos o mejorar los ya existentes, para trasladar a la UPM su interés por acometer esos cambios.

El reto planteado por Mutua Madrileña es encontrar soluciones tecnológicas avanzadas relacionadas con la gestión y detección del fraude en los seguros, algo que puede producirse tanto en la contratación de la póliza, cuando el cliente oculta o falsea determinados datos, como en la declaración del siniestro, al agravarlo o simularlo. Para combatirlo, las compañías cuentan con equipos de investigación y ficheros informatizados, pero todavía hay camino por recorrer en este campo. A través de *UPM Solutions*, el Grupo Mutua Madrileña, una de las mayores aseguradoras españolas, confía en obtener nuevas tecnologías que permitan avanzar en la lucha contra el fraude.

### La UPM y la empresa

El compromiso de la Universidad Politécnica de Madrid con el sector empresarial es muy estrecho. "Es normal que una universidad técnica como la nuestra deba estar en permanente contacto con la industria para actualizar sus conocimientos y orientar sus actividades de investigación hacia las demandas de la sociedad", explica su vicerrector de Investigación.

Por ello, contempla como una de sus prioridades estratégicas poner en manos de la sociedad las tecnologías que desarrolla a través de sus

actividades de investigación y uno de los caminos más naturales para conseguir este propósito es a través del sector industrial. Para ello, se sirve de diversas herramientas de colaboración, como las Cátedras Universidad-Empresa o el programa *actúaupm*. Las primeras constituyen un compromiso estable en áreas de interés común con múltiples actividades, como programas de formación, proyectos conjuntos de investigación o la explotación comercial de los resultados de estas investigaciones. La UPM tiene activas 82 Cátedras en la actualidad.

Otro de estos instrumentos es el Área de Creación de Empresas *actúaupm*, un programa que promueve la cultura emprendedora en la comunidad universitaria. Con más de 174 empresas de base tecnológica creadas desde su puesta en marcha en 2003, muestra el enorme potencial de la comunidad universitaria de

la UPM y su vocación por contribuir a la generación de nuevo tejido empresarial innovador.

Es en este escenario donde se enmarca el nuevo programa *UPM Solutions*, a través del cual ya se han iniciado los tres procesos descritos con Mapfre, Inditex y Mutua Madrileña.

Recientemente, la UPM ha firmado un acuerdo con siete universidades iberoamericanas para llevar el programa en red, lo que también favorece la internacionalización de las actividades de investigación. En este caso, la iniciativa se abre con un reto planteado por la empresa Repsol.

Adicionalmente, en el mes de septiembre se lanzará el programa *Solutions* con la participación conjunta de las cuatro universidades politécnicas españolas, lo que permitirá estrechar los lazos de colaboración entre los investigadores de estas cuatro universidades.



## Éxito de recaudación en el Concierto de Mecenazgo de la UPM

Un total de 18.062 euros es la cantidad recaudada por la Universidad Politécnica para su Programa de Mecenazgo a través del concierto solidario celebrado el día 22 de mayo en el Auditorio Nacional. La cifra se destinará al Fondo de Ayuda al Estudio que la UPM puso en marcha para ayudar a los estudiantes con dificultades económicas a hacer frente al coste de sus estudios. El pasado año, un total de 29 estudiantes accedieron a una beca en el marco de este programa, una ayuda que les permitió proseguir sus estudios en la Universidad.

La cifra representa la cuantía total que se destinará a la concesión de becas tras el pago de los costes de organización del concierto, y es el resultado de la suma de venta de entradas y de

la contribución solidaria de la fila cero.

El Programa de Mecenazgo de la UPM y su Fondo de Ayuda al Estudio nacieron en el año 2014 como una doble iniciativa que busca la colaboración de la sociedad para, entre otros fines y con la ayuda de todos, apoyar a los alumnos que no puedan proseguir sus estudios por falta de recursos económicos.



Por ello se anima a empresas y asociaciones, colegios profesionales y antiguos alumnos, a asumir esta iniciativa como propia. Se ha contado con la valiosa colaboración, entre otros, de Fundación Caja de Ingenieros, Fundación Mutua Madrileña, Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial, Fundación Universidad-Empresa, Fundación

Juan-Miguel Villar Mir, Airbus, Fundación Agustín de Betancourt y Fundación Annie Johansen, como patrocinadores. También con Fundetel (Rogelio Segovia), Fundación Marqués de Suanzes, Fundación Premio Arce, Fundación Gómez Pardo, Fundación Conde del Valle de Salazar e Instituto Universitario de Investigación del Automóvil (INSIA), como colaboradores.

### OTRAS NOTICIAS

UNIVERSIDAD ABIERTA

#### ABRIL

- Pedro Duque, en 'El Hormiguero' de Antena 3
- La UPM y UCM forman nuevos profesionales del Desarrollo
- Convenio UPM-Desarrollo y Asistencia para ayudar a personas necesitadas

- La UPM y la Comunidad colaboran en el ahorro y la eficiencia energética
- La Fundación Gates distingue un proyecto de la ETSIT
- Merck y la UPM firman un Convenio de Colaboración Educativa
- Los defensores universitarios españoles

se reúnen en la UPM

- Compromiso con la inclusión de las personas con discapacidad

#### MAYO

- Nueva cátedra Eduardo Barreiros "Automóvil y movilidad sostenible"



### Nueva oferta académica de la UPM para el curso 2015-16

## Una formación especializada para un mundo en cambio

La especialización en un área como la tecnología ambiental o la combinación de estudios de ingeniería y administración de empresas, puede ser una elección para muchos jóvenes que el próximo curso comienzan sus estudios universitarios. Para formar expertos e investigadores en estos ámbitos, la Universidad Politécnica de Madrid impartirá desde el curso 2015-16 dos nuevos grados que amplían su oferta académica.

"Diseñamos nuevos perfiles para nuevos puestos de trabajo, perfiles más amplios y con las menores rigideces posibles", señala el rector de la UPM, Carlos Conde. Así, el próximo curso la UPM impartirá el Grado en Ingeniería en Tecnologías Ambientales y el Grado en Administración y Dirección de Empresas, este último pendiente de verificación por la ANECA, y que será ofertado de manera conjunta con el Grado en Edificación bajo el formato de Doble Grado en Edificación y en Administración y Dirección de Empresas.

La oferta de Grado se completa con otro doble título de gran atractivo para los estudiantes: el Doble Grado en Ingeniería Eléctrica y en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática.

Los nuevos títulos amplían la oferta educativa de la Politécnica de Madrid, sumándose a los 42 Grados que imparte en la actualidad y que ofrecen una formación integral. "Los conocimientos científico tecnológicos se completan con competencias transversales muy demandadas por las empresas del sector. Por ello, potenciamos entre nuestros estudiantes el manejo del inglés, la capacidad de liderazgo y trabajo en equipo, la creatividad en la búsqueda de soluciones científicas, tecnológicas y de organización, el emprendimiento y la inno-

vación, así como la mejora en habilidades para la comunicación oral y escrita, entre otras", explica Francisco Javier Elorza, vicerrector de Planificación Académica y Doctorado.

### Nueva oferta de posgrado de la UPM

En cuanto a los másteres habilitantes, es decir, que habilitan para el ejercicio de una profesión, en el curso 2015-16 se implantará el Máster Universitario en Arquitectura, que comienza un año más tarde que el resto de másteres universitarios habilitantes debido a la mayor duración de su Grado, de 5 años.

Pero la propuesta académica de la UPM para el próximo curso es más amplia. En el ámbito del posgrado, presenta seis títulos de máster en respuesta a las necesidades de formación especializada en áreas de la ingeniería, arquitectura, tecnología y ciencias del deporte. Ejemplo de ello es el Máster Universitario en Construcción y Tecnología de los Edificios Históricos, que formará especialistas en la construcción histórica, que estarán capacitados para afrontar los retos técnicos que hoy plantea la restauración del Patrimonio. El próximo curso también se impartirán el Máster Universitario en Diseño de Instalaciones y el Máster Universitario en Tecnologías de la Información Geoespacial Aplicadas a la Ingeniería y Arquitectura.

Entre los nuevos programas está el Máster en Gestión del Turismo Ecológico y Sostenible, que proporciona a los alumnos las herramientas y conocimientos necesarios para desarrollar una gestión adecuada de la actividad turística, teniendo como elementos la gestión ambiental, la ética y la responsabilidad social. Y el Máster en Desarrollo de Aplicaciones y Servicios para

dispositivos móviles dota a los estudiantes de la capacidad para generar soluciones innovadoras en el ámbito de la computación móvil e integrar sistemas móviles con la Internet de las Cosas, con aplicaciones en *Smart Home* y *Smart Cities*.

Otros títulos de máster, esta vez de forma conjunta entre la UPM y la UCM en el marco del Campus de Excelencia Internacional Moncloa, son el Máster en Gestión de Desastres y el Máster en Estrategias y Tecnologías para el Desarrollo: la cooperación en un mundo en cambio. La primera de estas propuestas conjuntas ofrece una formación global en la gestión de desastres y emergencias. El segundo máster, único en España y Latinoamérica, prepara a los futuros profesionales y estrategias de desarrollo con una formación más plural, mayores competencias y mejor adaptación a la nueva agenda de Desarrollo post 2015.

En la colaboración UPM-UCM se inscriben también el Máster Universitario en Comunicación Arquitectónica (MAca), único título con este perfil en la actualidad, y el Máster Interuniversitario en El Patrimonio Cultural en el siglo XXI: gestión e investigación.

Otro máster conjunto, en esta ocasión con la Universidad de Córdoba, es el Máster Universitario en Plasma, Láser y Tecnologías de Superficie, que profundiza en el estudio de la ingeniería de micro-nano fabricación, tecnologías de plasmas fríos y la utilización de tecnología láser.

Junto a todas estas iniciativas, la UPM también está ultimando la puesta en marcha de su Escuela de Doctorado. En ella se inscribirá el nuevo Programa de Doctorado "Arquitectura, Diseño, Moda y Sociedad", pendiente de verificación por Aneca.

## Javier Olmedo, director de la ETS de Ingeniería Civil

Javier Olmedo Armada es el primer director electo de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Madrid, una responsabilidad que asumirá durante los próximos cuatro años.

Olmedo obtuvo el 54,92 por ciento de los votos, frente al 39,37 por ciento del otro candidato, Luis Jaime Marco García, con el que concurría en una jornada de votación en segunda vuelta.

Ingeniero Técnico en Construcciones Civiles (UPM) y licenciado y doctor en Ciencias Geológicas (UCM), es profesor titular en la Unidad Docente de Materiales de Construcción y Hormigón, Prefabricados.

Ha desempeñado diversos cargos de gestión en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Civil, entre ellos el de subdirector de Orde-

nación Académica y Profesorado (2008-12) y, desde 2012, es subdirector de Infraestructura Educativa y Calidad.

Ha desarrollado su actividad profesional en la empresa GEOCISA (Laboratorio de Estructuras) Dragados y Construcciones SA. También ha realizado diversos análisis, ensayos dinámicos y proyectos de investigación para RENFE o CEDEX, entre otros, y ha participado en congresos internacionales en Nueva Zelanda, Rusia, Canadá, Argentina, China e Italia.

### Retos para los próximos años

Consolidar el futuro e independencia de la Escuela y el prestigio de su oferta educativa son los ejes principales, aunque no los únicos, alrededor de los cuales Javier Olmedo centrará su actividad como director de la ETS de Ingeniería Civil.

Entre sus objetivos, plantea equilibrar los actuales cuerpos docentes, cumplir el plan de calidad, fomentar la concesión de acreditaciones por parte de ANECA, impulsar la actividad de investigación y la colaboración Universidad-Empresa, y optimizar los espacios



disponibles del Centro.

En el ámbito académico, su programa electoral propone consolidar el Máster Oficial en Planificación y Gestión de Infraestructuras, un postgrado de especial interés para los ingenieros que quieren desarrollar su actividad en el ámbito de la construcción civil, gestión de infraestructuras y tráfico.

## La ETSIT acoge el V Foro de la Gobernanza de Internet en España

Expertos internacionales se dieron cita en el Foro IGF Spain 2015 para debatir sobre las políticas que favorezcan la sostenibilidad y solidez de Internet. La ETSI de Telecomunicación acogió este encuentro, en el

que se abordaron cuestiones como la protección de los niños en la red, la economía de Internet, la gestión de sus recursos críticos, la neutralidad de red, las políticas públicas de propiedad intelectual, la innovación y el emprendimiento o la ciberseguridad y la privacidad en Internet. Además, se presentó el primer "Informe Anual IFG Spain", realizado por destacados expertos del sector, en el que se muestran los principales

acontecimientos relativos a la gobernanza de Internet durante el año 2014.

Inauguraron las jornadas Víctor Calvo, secretario de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, Carlos Conde, rector de la Universidad Politécnica de Madrid, Félix Pérez, director de la ETSI de Telecomunicación, y Jorge Pérez, coordinador del Foro de la Gobernanza de Internet en España.

## Cursos de Verano 2015 de la UPM

Los Cursos de Verano de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) cumplen su 11ª edición en 2015. Centrados en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura, se celebran en el Real Sitio de San Ildefonso, convirtiendo a la locali-

dad segoviana, un enclave histórico y natural declarado reserva de la biosfera por la UNESCO, en un campus científico-tecnológico.

Durante dos semanas, más de 500 alumnos ocupan sus aulas e imparten los cursos más de 200 profesores, investigadores, científicos y destacados especialistas de reconocido prestigio nacional e internacional.

Los Cursos de Verano de la UPM, que tienen como director al catedrático Rafael Sanjurjo, se financian totalmente con apoyo externo. Cuentan con el patrocinio del Banco Santander, a través de su División Global Santander Universidades, y con el soporte de diversas empresas e instituciones de ámbito público y privado.

## OTRAS NOTICIAS

### ABRIL

- Premio de la Real Sociedad Española de Física-Fundación BBVA al profesor Javier Galeano
- Premio Fertiberia 2014 a la mejor tesis doctoral en investigación agraria
- La UPM, líder en calibración de anemómetros para el sector eólico
- La Escuela de Verano sobre 'data

science' de la UPM, entre las 10 mejores del mundo

- La Fundación Sener premia una tesis doctoral de la UPM
- La UPM, líder en la enseñanza de ingeniería

### MAYO

- Reconocimiento a la UPM en los Premios

Madri+d

- La UPM, la mejor valorada de las universidades politécnicas españolas
- El MEGIN, un máster entre los mejores del mundo

### JUNIO

- Ganadores de las dos camisetas de la Selección Española de Fútbol

# CUANDO EL HORMIGÓN OFRECE GARANTÍA DE IMPERMEABILIDAD Y RESISTENCIA: THAT'S BUILDING TRUST



## Ciencia Ficción e Ingeniería: de la imaginación a la realidad

### Ingeniando el futuro

¿Dónde encontrar una definición mejor de la ciencia ficción que en el lema de nuestra Universidad?

Empecemos por esta frase: la ciencia ficción se suele asociar con el futuro, pero ese no es su objeto principal. La base fundamental de la ciencia ficción es la imaginación, el ingenio. Si tuviera que destacar una sola cualidad que debe tener un ingeniero, es la imaginación. Ésta es la que nos permite crear mundos que no existen o modificar a nuestro antojo el mundo que conocemos.

No sé cómo os llegó a vosotros la vocación por la ingeniería. A mí la vocación por la física me llegó a través de la ciencia ficción. Los cuentos, que la gente llama relatos para que no parezca que son cosa de niños, las películas en sesión doble en aquellos cines de "riguroso primer reestreno" y las series de televisión, una televisión en blanco y negro que te hacía imaginar los colores de aquellos mundos tan alejados de tu realidad. Cuando nos describían cómo sería aquel lejanísimo año 2000 veíamos

que la ciencia y la tecnología serían el motor que nos llevaría hasta donde pudiéramos imaginar. Fue viendo aquellos programas o leyendo aquellos cuentos cuando decidí, que seguramente muchos de vosotros, que quería ser yo uno de los que contribuyera a crear esa tecnología del futuro.

Por si alguno de vosotros cree que no le gusta la ciencia ficción, voy a daros algunos ejemplos que espero que os hagan reconsiderarla como lectura: los satélites artificiales fueron propuestos y después inventados por uno de los grandes autores de la ciencia ficción, A. C. Clarke, que en 1945 publica un artículo "Extra-terrestrial relays", en la revista "Wireless World". Este autor inventa también un material, en 1979, sospechosamente parecido al grafeno, para una propuesta de ascensor que llega a la órbita geostacionaria o nos predice, en 1968, que podremos leer el periódico sobre una pantalla en el asiento de un avión. Es la prueba de cómo la ciencia ficción se anticipa a la tecnología y nos hace pensar

en qué es lo que vamos a crear después.

#### Pero, ¿qué es la ciencia ficción?

La ciencia ficción es un género literario y artístico. Incluyo lo de artístico, porque la ciencia ficción usa todas las manifestaciones de las artes visuales: el dibujo, la pintura, el cine...

Pero también, la ciencia ficción es una forma de expresar nuestros anhelos y nuestros temores. Es ficción y no ensayo porque no pretende reflejar la realidad tal y como es, sino tal y como la imaginamos. Tampoco es fantasía. La diferencia fundamental entre fantasía y ciencia ficción consiste en la verosimilitud: en los mundos fantásticos sabemos que pueden pasar cosas imposibles; en los mundos de la ciencia ficción todo lo que ocurre debe poder ocurrir, existen las reglas basadas en la ciencia. La fantasía intenta llevarnos a mundos tan alejados del nuestro que nos hagan sentir a salvo; con la ciencia ficción todo puede suceder, tanto lo bueno como lo malo, no sólo no estamos a salvo sino que podemos esperar que

se cumplan los peores augurios.

Hay muchas clasificaciones posibles para las obras de ciencia ficción. Empezando por el vehículo que utiliza para llegar hasta nosotros, podemos tener ciencia ficción en forma de literatura escrita, novelas y cuentos, pero también hay teatro: la palabra "robot", utilizada en todos los idiomas para designar al trabajador artificial, tiene su origen en una obra de teatro de 1920, "Robots Universales Rossum", del autor checo Karel Čapek. La literatura traspasada al primero de los grandes medios de comunicación del siglo XX, la radio, tiene su clímax en la versión radiofónica que hizo Orson Welles de "La Guerra de los Mundos", de H. G. Wells. Con ella consiguió demostrar no sólo el poder del nuevo medio, sino que una obra bien escrita de ciencia ficción puede ser perfectamente verosímil. Por supuesto está el cine. Podemos casi decir que el cine de entretenimiento nació con la ciencia ficción, con "El viaje a la Luna", de G. Méliès o "El hotel eléctrico", de Segundo de Chomón. El cine era el medio ideal para mostrar como real aquello que sólo existía en la imaginación, es capaz de crear imágenes. Desde sus comienzos el cine no se ha conformado con retratar la realidad, sino que crea realidades. Ya nos habló desde estas mismas páginas de cine y ciencia ficción el profesor Fernando Vela Cossío hace unos pocos números y por eso no necesito extenderme más aquí.

El otro gran vehículo, el que más rápidamente ha llegado a más público, es la televisión. Las series de los años 50, con sus exploradores galácticos, nos mostraban cómo nuestra tecnología nos ayudaría a enfrentar cualquier invasión alienígena que se nos pusiera por delante. Curiosamente, el primer telefilm de ciencia ficción vuelve a ser una versión de los

Robots Universales Rossum que hizo la BBC en 1938. Por último, no quiero dejar pasar el otro gran medio, a veces olvidado, de la ciencia ficción: el cómic. Éste no es un género menor, es la unión de la literatura escrita y la pintura. Sólo grandes artistas son grandes autores de cómic. Os recomiendo encarecidamente un paseo por el cómic europeo (fundamentalmente español, franco-belga o italiano); aquí la ciencia ficción es sólo uno de los géneros tratados y todos son interesantes.

### Un poco de historia. No hay ciencia ficción antes del siglo XIX

Sé que hay quien propone obras de ciencia ficción anteriores a esa fecha, pero ninguna de ellas, aunque nos hable de mundos utópicos, tienen a la ciencia o la tecnología como parte fundamental del argumento. Podríamos hacer una excepción con el capítulo del tercer viaje de Gulliver, en el que llega a la isla de Laputa, y que Jonathan Swift utiliza como crítica feroz a los miembros de la *Royal Society*.

La ciencia entra en la ficción de la mano de una mujer, Mary Shelly, con el doctor Frankenstein y su criatura en 1818.

¿Por qué no antes? Hasta la llegada de la ilustración, que tiene su colofón en la independencia de Estados Unidos, la revolución francesa y la guerra global iniciada por Napoleón, el mundo era estático y el tiempo fluía lentamente, el futuro no se diferenciaba del pasado. A partir del siglo XIX, el tiempo empieza a avanzar y el mundo que dejamos a nuestros hijos ya no es el mundo que nos dejaron nuestros padres. Comienza la preocupación por el futuro y el futuro está marcado por los avances científicos e industriales. El futuro empieza a ser el origen de nuestras esperanzas y nuestros

miedos. La literatura refleja ese cambio. El Ulises de la Odisea que regresa a Ítaca veinte años después de partir encuentra lo mismo que dejó. Si esos veinte años hubieran transcurrido durante el siglo XIX, la tecnología habría pasado por varias revoluciones y la política por otras tantas. Ulises ahora se ha convertido en el Capitán Nemo, o en Robur el conquistador; el héroe ahora ya no sólo cuenta con su astucia, sino que además domina la tecnología y la ciencia.

En la ciencia ficción del siglo XIX no se puede dejar de mencionar a E.A. Poe o R.L. Stevenson con "El extraño caso del doctor Jekyll y Mister Hyde" ni, por supuesto a J. Verne, a H.G. Wells o a A.C. Doyle. Todos tenían en común su interés por la ciencia y la tecnología y la inquietud por lo que pudiéramos hacer con ellas pero, en especial, tenían la imaginación necesaria para ver más allá del mundo cotidiano, de anticiparse a su tiempo.

### El siglo XX

El siglo XX supone la maduración del género. Sustituimos las antiguas mitologías, ahora somos nosotros los que tenemos el poder de los dioses y los héroes. Durante el romanticismo la gente se refugia en un pasado mítico; con la llegada de la ciencia ficción lo extraordinario ocurre en el presente o en el futuro. La ciencia ficción, además, avanza al ritmo de nuestro conocimiento y nuestra tecnología.

Cada década del siglo XX tiene su propia ciencia ficción. Al tener que preparar una asignatura sobre ciencia ficción y colocar sus obras en orden cronológico, pensé que ésta debía tener como hitos los grandes acontecimientos históricos del siglo. Así es, pero los temas de la ciencia ficción del siglo XX se agrupan curiosa-

mente bien por décadas. Como ya he mencionado, el cine es su gran conductor y aquí notamos un dato significativo:

No hay películas de ciencia en los años 40. Como tampoco las hay en la segunda década del siglo XX, durante las dos guerras mundiales. Aunque el futuro no sea el único tema de la ciencia ficción, sin un futuro ésta no es posible. Entre 1914 y 1918 y durante los años cuarenta, el mundo vive pensando en el día siguiente, el futuro está lejos, la preocupación es cómo sobrevivir al presente. No hay cine de ciencia ficción pero la imaginación no puede pararse, hay pocos adultos que no estén preocupados por el día a día, pero quedan los niños y queda la imaginación. Los niños ven el mundo y no les gusta; los adultos no pueden cambiarlo y se necesitan héroes. Los héroes han existido siempre para matar dragones, socorrer princesas o salvar reinos. Los nuevos héroes no son como los anteriores, ahora tenemos la ciencia. Los nuevos héroes no recurrirán a la magia sino a la tecnología, nuestra nueva fuente de poder. Ya no serán héroes de fantasía y los cambiaremos de nombre para marcar esa diferencia, serán los superhéroes.

### La ciencia ficción y la UPM

No se me ocurre una Escuela o Facultad de nuestra Universidad en la que no se pudiera hablar de ciencia ficción dentro del temario. Me gustaría empezar por aquellas en las que parece menos obvio: ¿qué tal la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte?

Uno de los problemas derivados de nuestra salida de la Tierra es el de cómo mantenernos vivos, y en forma, en el espacio reducido de una nave espacial o en un planeta o satélite con una gravedad distinta de la nuestra. El tema aparece de manera recurrente en la ciencia ficción. Dejéme que os de sólo dos ejemplos: casi todo el mundo reconocería la imagen del comandante Bowman corriendo por el pasillo curvado de la nave de "2001 una Odisea del Espacio" de A.C. Clarke y S. Kubrik. Lo que seguro es menos conocido son los deportes practicados en la Luna por los protagonistas de "Los Propios Dioses" de Isaac Asimov, una novela por lo demás curiosa y original en su esquema y planteamiento. Estas dos novelas suelen incluirse en la llamada ciencia ficción dura, en la que la ciencia no es sólo una excusa, es la base fundamental del argumento y está cuidada hasta en los más mínimos detalles.

Otro de nuestros centros, el de Diseño de Moda, tampoco es ajeno a la ciencia ficción, muy al contrario. No es difícil entender la importancia del diseño de moda en el cine. Cuan-

do vemos una película de ciencia ficción esperamos ver cosas diferentes de las que vemos todos los días. En algunos casos el diseño de vestuario es casi tan importante como la trama. Los chicos y chicas de Diseño de Moda están siempre pensando en el futuro, imaginando lo que aún no ha visto nadie, viven con un año de adelanto sobre los demás. Dos películas que yo recuerde tienen a grandes diseñadores dentro del equipo: "Barbarella", con Paco Rabanne, y "El Quinto Elemento", con Jean Paul Gaultier. Pero no siempre es así. Podemos saber cuándo han sido filmadas muchas de las películas de ciencia ficción a partir de la ropa de los protagonistas o, más fácil aún, a partir del pelo de la protagonista... No obstante, es curioso ver ahora con carácter retroactivo qué pensaban del futuro quienes nos precedieron. Un ejemplo muy interesante para este año: la segunda entrega de "Regreso al Futuro" ocurre en 2015. Una marca comercial ha aprovechado para sacar a la venta las zapatillas deportivas que se presentaban ahí; desgraciadamente, estamos un poco más lejos del patín levitador de Marty McFly.

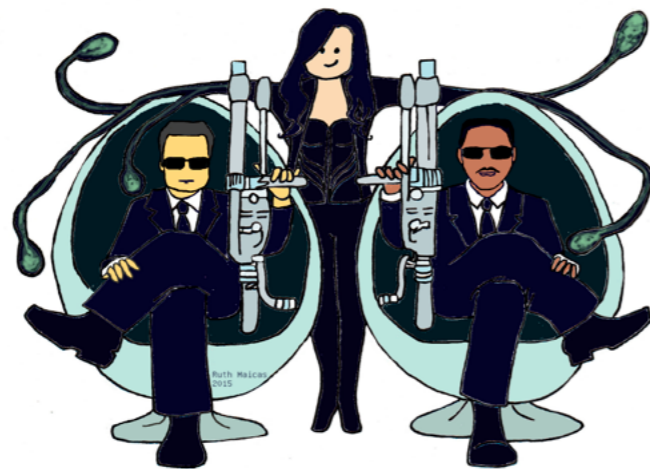
Sobre arquitectura no me atrevo a añadir nada al artículo que ya he mencionado de Fernando Vela, pero si me gustaría destacar "Metropolis" como ejemplo del urbanismo futurista visto desde la perspectiva de los años 20 del siglo pasado y, sobre todo, las imágenes creadas por los grandes dibujantes de cómic, como Schuitten, Moebius, Bourgeon o Bilal, por mencionar sólo cuatro nombres.

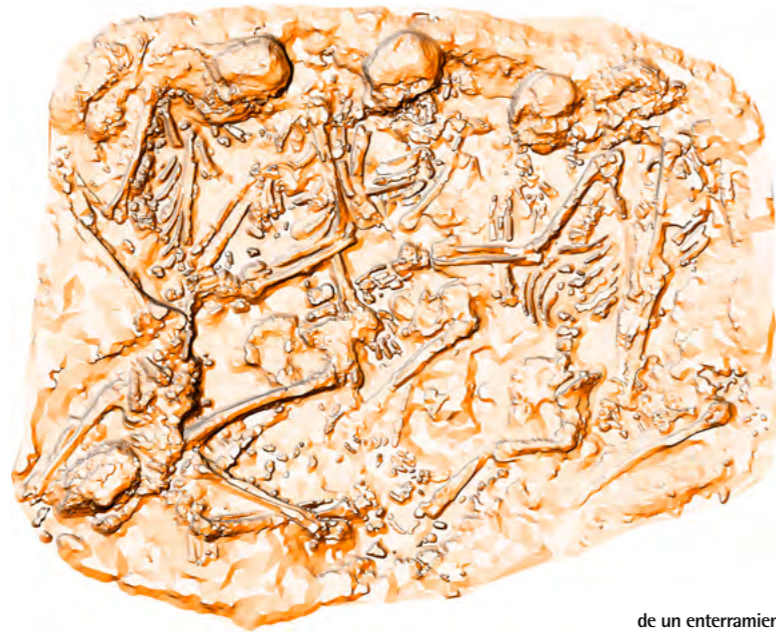
Me dejó muchas escuelas y ámbitos por mencionar, pero no me voy a extender más. Queda para cada uno la búsqueda, o la recuperación, de la ciencia ficción que se adapta a su tema de trabajo, todos son susceptibles de ser tratados desde este punto de vista: el medio ambiente, las grandes infraestructuras, los medios de transporte, los recursos energéticos, las tecnologías de la información, las comunicaciones... ¿No nos suena todo esto a los objetivos de nuestra Universidad?

Al fin y al cabo todos aquí, de una manera u otra, nos dedicamos a hacer real la ciencia ficción.

Amador M. González  
ETS de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

Ilustraciones: Ruth Maicas





Sombreado del MDT de un enterramiento en Al-Madam (E.A.U.).

[El Laboratorio de Fotogrametría de la UPM lleva a cabo trabajos de levantamiento fotogramétrico de objeto cercano y modelización 3D](#)

## Geomática y Fotogrametría, tecnología 3D para recuperar la historia

Explorar tridimensionalmente un enterramiento arqueológico en Al-Madam, disfrutar de igual manera del Discóbolo de Mirón, examinar diversas piezas de aviones Airbus o descubrir también en 3D una réplica del Galeón Flamenco del Museo Naval es posible gracias a la Fotogrametría Digital, una de las tecnologías de las Ciencias Cartográficas de mayor utilidad para campos como la Ingeniería y la Arqueología.

Son algunos de los proyectos llevados a cabo en el Laboratorio de Fotogrametría de la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía de la UPM, donde los investigadores trabajan para obtener modelos tridimensionales de yacimientos arqueológicos, esculturas o piezas industriales. "Empleamos métodos fotogramétricos de objeto cercano para obtener estos modelos, y proporcionar así una documentación geométrica de piezas de relevante valor, tanto para aplicaciones industriales como de Patrimonio", explica Julián Aguirre, profesor de la UPM y uno de los investigadores del Laboratorio.

La Fotogrametría, una metodología no invasiva de alta precisión que se conoce desde principios del siglo XX, ha visto durante años cómo los elevados costes de los equipos han limitado su uso para otras ciencias que no fuesen las cartográficas.

Con la llegada de la informática y la imagen digital, se ha logrado un abaratamiento de los gastos materiales, que ahora pueden reducirse a un ordenador, una cámara fotográfica digital y un programa informático adecuado. De esta forma, las imágenes digitales se convierten en un soporte de información invariable en el tiempo, indefor-

mable, no invasivo, de fácil almacenaje, que permite una mejor toma de datos y un tratamiento más ventajoso en el momento de la toma o en un futuro.

### ¿En qué consiste este proceso?

El proceso para obtener la representación gráfica tridimensional de un determinado objeto comienza con la calibración de la cámara. Hoy día, las cámaras digitales métricas son muy costosas, mientras que las de uso particular presentan grandes distorsiones en las ópticas de sus objetivos, además de no ser estables a largo plazo. "Si se consiguen controlar de forma precisa estos inconvenientes, se pueden alcanzar precisiones altas con cámaras digitales comerciales", explica Julián Aguirre.

En su trabajo, los investigadores de la UPM utilizan una cámara digital convencional, por lo que tienen que someterla a un proceso de calibración, que se hace en un laboratorio acondicionado para, sumando conjuntos de datos y usando programas específicos de cálculo, llegar al conocimiento de los parámetros internos de la cámara. "El resultado de este proceso permite la reconstrucción de la geometría exacta del haz perspectivo de la toma fotográfica, fundamental en los trabajos fotogramétricos posteriores", explica el profesor de la UPM.

En la siguiente fase, se establece una red de bases permanente que permite definir el sistema de referencia de coordenadas locales, es decir, el sistema tridimensional. Se trata de materializar sobre el terreno una serie de puntos, configurando una geometría de intersec-

ciones múltiples. Desde estas bases, se realizan las observaciones a los puntos de apoyo, materializados a lo largo de todo el objeto.

### Toma fotográfica

Una de las etapas más delicadas del trabajo es la toma fotográfica, ya que condiciona los procesos posteriores. "Condicionantes como la resolución de las imágenes, contrastes, iluminación, campo de visualización, cobertura estereoscópica, número de tomas, alejamientos según precisión y escala fotográficas, etc, permitirán alcanzar los objetivos deseados siempre y cuando en las fases posteriores se trabaje con el mismo criterio", matiza el profesor de la UPM.

La toma se realiza alrededor del objeto para captar todo el volumen del mismo. Además, se puede jugar con la iluminación y hasta con texturas proyectadas sobre el objeto, para facilitar procesos automáticos posteriores.

En la fase de orientación fotogramétrica, los investigadores establecen la relación entre el sistema bidimensional imagen (coordenadas píxel) con el sistema tridimensional objeto (coordenadas locales). Se reconstruye la geometría exacta del haz perspectivo, y se determina su posición y orientación respecto de un sistema de referencia determinado. Obtenidos los modelos tridimensionales, estos expertos proceden a su vinculación con el sistema de coordenadas objeto mediante la orientación absoluta o la *aerotriangulación*.

### Generación del modelo digital

El siguiente paso es dibujar las líneas de ruptura, en las que la pendiente cambia de forma abrupta, que ayudarán al programa a definir perfectamente la morfología del objeto. A continuación, se obtiene una malla regular de puntos por correlación automática a lo largo de la superficie del objeto. Esta información sirve para generar el modelo digital del objeto. A partir de él y de la orientación externa de los fotogramas, se consiguen las ortofotos. En otras palabras, se le da a las imágenes obtenidas carácter métrico.

Realizados los modelos digitales del objeto y las ortofotografías, se fusionan para obtener la modelización 3D virtual, perfiles transversales y longitudinales, cartografía, creación de perspectivas de interés o cubicación y comparación de volúmenes.

Este fue el proceso seguido en algunos de los proyectos realizados por el equipo de investigadores de la UPM. Entre otros, el levantamiento fotogramétrico del yacimiento arqueológico de "Casa Montero" (San Fernando de Henares, Madrid), de petroglifos en "Campo Lameiro" (Pontevedra) o de un enterramiento del emplazamiento arqueológico de Al-Buhais 18, en la región de Al-Madam (Emiratos Árabes). En el primer caso, el trabajo permitió obtener una serie de perfiles longitudinales y transversales de la zona de estudio, para poder ubicar diferentes estratos de sílex que justificasen la posición de los pozos excavados, explica Julián Aguirre.

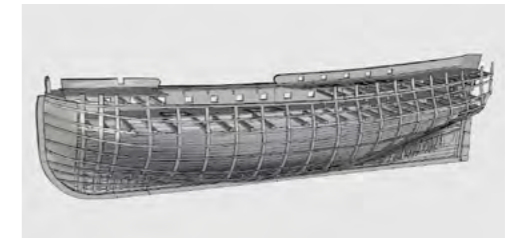
También han desarrollado la modelización 3D del "Discóbolo de Mirón" o de una roca granítica prerromana, tallada con las que "se cree fueron las primeras inscripciones en la Península Ibérica, y que fue localizada en el yacimiento arqueológico El Cerro de la Mesa, en un vado del río Tajo, en el municipio de Alcolea del Tajo (Toledo)", señala.

Pero la aplicación de sus trabajos no se reduce al ámbito de la Arqueología y han realizado la modelización 3D de diferentes piezas de utillaje de aviones Airbus, el seguimiento y modelización de la destrucción de modelos de presas de materiales sueltos con el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), y la modeliza-

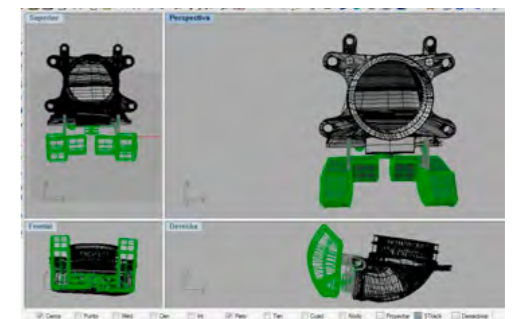
ción de dos modelos de barcos del Museo Naval de Madrid, el MNM-23, fragata de 44 cañones, y el Galeón Flamenco, modelo de 1593 que constituye la única representación en tres dimensiones conservada de una embarcación del siglo XVI.

En la actualidad, siguen embarcados en la colaboración con el Museo Naval, realizando la modelización de una sección de La Capitana. "Se trata de algunos de los proyectos de mayor relevancia que hemos desarrollado y que, como se aprecia, están relacionados con varios campos. En su momento, también intentamos introducirnos en el mundo de la seguridad vial, con una colaboración con el INSIA mediante un proyecto para el Plan Nacional, en el control de calidad en el montaje de antenas parabólicas, o incluso en la modelización de células segregadas por el ojo humano, proyectos que no se pudieron llevar a cabo por diferentes razones", indica el profesor de la UPM.

Son ejemplos de proyectos de Fotogrametría de objeto cercano, pero no hay que olvidar que en este Laboratorio de la UPM también trabajan otras técnicas, como el láser escáner, el LiDAR o la Fotogrametría aérea que, en muchos casos, integran en la búsqueda de la mejor calidad y eficacia. "Ése es nuestro futuro, establecer puentes con otros campos a los que podemos aportar mejoras en la medida, representación y localización de sus objetos de estudio", concluye.



Perspectiva virtual del modelo del Galeón Flamenco.



Modelo de rejilla de una pieza de avión.



Modelo tridimensional del Discóbolo de Mirón.

Alberto Campo Baeza sugiere la lectura de...

## Meditaciones, de Marco Aurelio

"Mi madre, hija de arquitecto, me dio a leer Corazón, de Edmundo de Amicis. Ahí empezó todo. Leíamos mucho y por la noche seguíamos debajo de la manta. Más tarde, con mi afición a los guñoles y a los teatros, me compraron el Teatro de los Niños de Seix i Barral. Y allí, además de representarlo, leí el Mercader de Venecia, donde empezó mi afición por Shakespeare". Así recuerda Alberto Campo Baeza, catedrático de Proyectos en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, cómo se inició en la lectura. "Cuando ahora les hablo a los alumnos de la aliteración en el "un no sé qué que queda balbuciendo" del *Cántico Espiritual*, me acuerdo cuando en el colegio los marianistas me empujaron a la poesía con San Juan de la Cruz. Era una gente magnífica", añade.

Profesor durante más de 25 años en esta Escuela de la UPM, Campo Baeza es académico de número de la Sección de Arquitectura de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de España. Ha impartido clases en la ETH de Zúrich y en la EPFL de Lausanne, en la Universidad de Pennsylvania en Filadelfia, la Bauhaus de Weimar, en la Kansas State University y en la CUA University of Washington. Recientemente ha pasado dos años como investigador en la Columbia University, Nueva York.

Ha impartido conferencias por todo el mundo y recibido premios como el Torroja por Caja Granada o en la Bienal de Buenos Aires. En 2012 fue nominado para el Premio Mies van der Rohe por el edificio de Oficinas para la Junta de Castilla y León en Zamora. Ese año recibió el Premio a la

Excelencia Docente de la Universidad Politécnica de Madrid. En su haber están la *Heinrich Tessenow Gold Medal* de la *Tessenow Society*, Hamburgo, el *Arnold W. Brunner Memorial Prize* de la *American Academy of Arts and Letters*, Nueva York, el *International Award Architecture in Stone* de Verona y el *Royal Institute of British Architects (RIBA) International Fellowship* 2014.



Sus obras han tenido un amplio reconocimiento. Ha expuesto en el Crown Hall de Mies en la IIT de Chicago, en la Basílica de Palladio en Vicenza, en la American Academy of Arts and Letters de Nueva York, en la Iglesia de Santa Irene en Estambul, en San Pietro in Montorio en Roma o en la MA Gallery de Toto en Tokyo. Se han publicado más de 30 ediciones de su libro de textos *La Idea Construida* en varios idiomas. También ha editado *Pensar con las Manos* y *Principia Architectonica*.

Han sido muchos los libros que le han marcado en su formación personal, desde los "libros de poesía que me invaden hasta la *Meditación sobre la Técnica* de Ortega, el *Diálogo con Dante* de Osip Mandelstam, o *El secreto de la creación artística*, que Stefan Zweig impartiera como conferencia en español en Buenos Aires. Son los libros que siempre recomiendo a mis alumnos y a los amigos".

Su más reciente descubrimiento ha sido las *Meditaciones* del emperador Marco Aurelio. "En uno de mis frecuentes viajes a Nueva York, donde siempre compro en la calle libros que invaden las estanterías de mi apartamento, encontré un *Meditations. Marcus Aurelius*. En edición de bolsillo de Penguin, me costó sólo 3 dólares. Cuando le espeté al vendedor *cheap* él me contestó con razón *unexpensive*. La traducción de Maxwell Stanforth, insuperable".

"En casa lo leí de un tirón y, ya con más calma, traduje los pasajes que más llamaron mi atención. El primero, aquél en que el emperador dice de



su padre que "hacia que nadie a su lado nunca se sintiera inferior". Así de claro, así de rotundo, así de suscribible. Todo el libro es así, una maravilla", confiesa.

Sobre su mesa ahora hay hasta 24 versiones: en español, inglés, francés, portugués, italiano, en griego que es la original, y una última en croata. "Cualquiera podría pensar que soy un lingüista o un filósofo, o una rata de biblioteca o alguien con una cultura superlativa. Nada de eso. Soy un simple arquitecto que ama la extraordinaria belleza que el ser humano es capaz de crear. Y hay que reconocer que este texto escrito por Marco Aurelio (121-180 d. C.) es de una hermosura extraordinaria".

### Biblioteca Histórica UPM

## Traité de la construction des ponts et viaducs, de Romain Morandière

Romain Bricheau de la Morandière (1809-1875) estudió en la École des Ponts et Chaussées. Fue proyectista, director de obra, ingeniero jefe de líneas férreas e *Inspecteur général de première classe des Ponts et Chaussées*. Desde 1864 hasta su muerte fue también profesor de puentes en la Escuela de París, escribiendo entonces su monumental *Traité de la construction des ponts et viaducs en pierre, en charpente et en métal pour routes, canaux et chemins de fer*, objeto de esta reseña.

En las casi mil novecientas páginas de texto de este tratado, con trescientas treinta y dos láminas de gran formato (50,4x33,5 cm) y extraordinaria calidad, el autor vuelca todo el acervo profesional reunido durante sus fecundos años de ingeniero en activo.

La obra comienza con una introducción que incluye una breve reseña histórica de los puentes, la elección del emplazamiento, los aspectos hidráulicos relacionados con la interacción puente-cauce... y otras cuestiones generales, tratadas, como todo el texto, con un lenguaje asequible que denota la honda vocación propedéutica del autor.

El capítulo segundo, dedicado a las cimentaciones, especialmente en cauces, es de gran interés. Va seguido (capítulos tres y cuatro) del tratamiento de los puentes de piedra o ladrillo, material hegemónico hasta comienzos del siglo XIX. Su lectura es obligada para los interesados en conocer los criterios de proyecto de este tipo de obras, las de más durabilidad y sostenibilidad que se hayan erigido jamás. Morandière aporta una imponente base de datos de ratios geométricas, detalles constructivos, coeficientes de seguridad, etc. que abruman por la completitud y vigencia. Incluye también el tratamiento de los puentes esviados, prodigio de la estereotomía de la piedra al servicio de la idea del funcionamiento correcto de las bóvedas.

A las cimbras, estructuras prodigiosas especialmente en los grandes viaductos, dedica el capítulo cinco, seguido del sexto destinado a la resistencia de maderas y materiales metálicos. El séptimo trata sobre los puentes de madera.

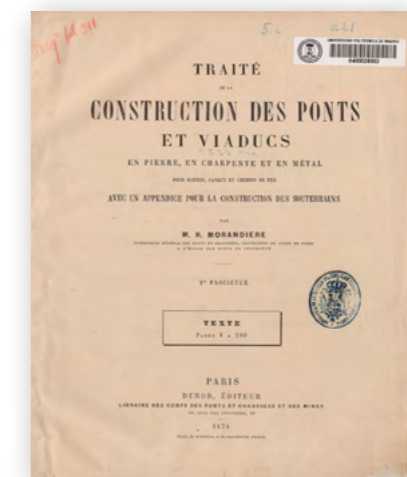
Sin decaer en intensidad, los capítulos octavo y noveno se refieren a la fundición y a los puentes de chapas (de tramos rectos y

arcos). Debe recordarse que, cuando se escribe este libro (1864-1875), se construyen en el mundo grandes viaductos metálicos con retos que implicaban conocer materiales, procesos de cálculo, sistemas constructivos (uniones, aparatos de apoyo, lanzamiento, cajones indios, etc.), que supusieron un ingente esfuerzo de sistematización y estudio, sólo abordable por una mente enciclopédica e infatigable como la de Morandière.

Los capítulos décimo y undécimo muestran, con abundancia de detalles, cómo son los puentes colgantes y los puentes móviles, destinados a conciliar navegación y tráfico viarios.

Sus hijos, también ingenieros, concluyeron la obra que dejó casi completa su padre al fallecer, en cuyo prefacio dedica unas palabras de reconocimiento al bibliotecario de la École des Ponts et Chaussées.

La Universidad Politécnica de Madrid conserva, en su sede de la biblioteca de la Escuela de Caminos, un ejemplar de esta obra, referencia imprescindible para quienes estén interesados en el estu-



dio de la ingeniería del siglo XIX, indudablemente capitaneada por autores franceses, con gran influencia en la ingeniería española del momento y de los años posteriores.

Biblioteca de la Universidad Politécnica de Madrid



Ignacio Ferrando, titulado por la ETS de Edificación, donde ha impartido docencia, es un reconocido escritor

## “En mi última novela, trato de llevar la arquitectura y la narrativa al mismo nivel”

Escritor e ingeniero, Ignacio Ferrando coordina el Máster de Narrativa de la Escuela de Escritores, donde también imparte talleres de relato y lectura crítica. Titulado por la Universidad Politécnica de Madrid, durante años ha sido profesor de la Escuela Técnica Superior de Edificación. Aunque reconoce que ahora su vinculación es “tangencial y estrictamente afectiva, hay un trocito de mí en la UPM. No sólo porque me formé profesionalmente allí, sino porque, algunos años después, tuve el privilegio de impartir clases en la Escuela con un inmejorable equipo de colegas del que tengo el mejor de los recuerdos”, asegura.

Es autor de las novelas *Nosotros H* (Tropo, 2015), *La oscuridad* (Menoscuarto, 2014) y *Un centímetro de mar*, (Alberdania, 2011) que obtuvo el Premio Ojo Crítico de RNE y el Premio Ciudad de Irún. En narrativa breve ha publicado *La piel de los extraños* (Menoscuarto, 2012; Premio Setenil 2013), *Sicilia, invierno* (JdeJ, 2009) y *Ceremonias de interior* (Castalia, 2006; premio Tiflos).

Su trabajo ha sido reconocido con galardones como el Premio Internacional Juan Rulfo, el premio Gabriel Aresti, el NH Mario Vargas Llosa, el premio de narrativa de la UNED, el Hucha de Oro o el Ciudad de San Sebastián, entre otros. Ha sido incluido en varias antologías y libros colectivos: *Siglo XXI. Los nuevos nombres del cuento actual* (Menoscuarto, 2010), *Madrid, Nebraska* (Bartleby ediciones, 2014), *Perturbaciones* (Salto de página, 2009) y *Un nudo en la garganta* (Trama editorial, 2009). Algunos de sus relatos están traducidos al inglés y al alemán.

Ha impartido conferencias sobre escritura y lectura crítica en lugares como la Universidad de Turín, el CSIC, el *Orivesi College of Arts* (Finlandia), la Universidad Complutense (Madrid), la Universidad de Alcalá, la Escuela de Escritura del Ateneo barcelonés y el Liceo Italiano.

**¿De dónde y cuándo surge su vocación literaria? ¿Y la de la arquitectura? ¿Cómo las compagina?** En realidad, fueron vocaciones paralelas. Cuando era estudiante, escribía cuentos y novelas. Después, cuando empecé a trabajar en arquitectura, madrugaba a las cinco de la mañana para poder seguir escribiendo. Tengo muy buenos

recuerdos de aquella época. El silencio, mi ordenador, los cuentos completos de Cortázar, el deslumbramiento por Kafka, ese mundo interior tan efervescente... y luego la parte profesional, a partir de las nueve, mucho más complicada y exigente. Es decir, la sensación de habitar dos vidas complementarias y a la vez profundamente irreconciliables. Quien haya estado en una obra (a pie de obra, y no es una metáfora), sabe que es un oficio que deja poco espacio para



otras inquietudes. Es un mundo terriblemente masculinizado, a veces contradictorio y muchas veces pueril. Pero entonces yo tenía la fuerza para compaginar ambos mundos. Así que durante años trabajé siguiendo este método: escribía de madrugada, trabajaba el resto del día. Pero hace unos doce años, de repente, todo empezó a funcionar, a girar vertiginosamente en otra dirección. Gané algunos de los concursos más prestigiosos de relato de España y Francia y eso me abrió la puerta a la profesionalización de la escritura. No sólo fueron los premios, sino el consejo de escritores como Javier Sagarna, Luis Landero o Luis Mateo Díez, que me animaron a tomar la decisión. Fue en esa coyuntura, años después, cuando empecé a trabajar como profesor asociado para la UPM. Un lugar muy diferente, a tiempo parcial, que junto a mi trabajo en la Escuela de Escritores, me permitía compaginar ambas facetas.

**¿Influye su formación como arquitecto en su literatura?**

Sin ninguna duda. Mi primer relato premiado se tituló *Babel* Ganó el premio Mario Vargas Llosa y decidí editarlo, después de muchos años, en mi libro *La piel de los extraños*. La historia narra la ambición de un deán que quiere construir una torre encima de la bóveda de una iglesia. Es un empeño megalómano, descreído, seguramente improbable. La historia está contada por uno de los obreros y el lenguaje técnico no puede ser más arquitectónico. En 2011, escribí una novela cuyo argumento era este: un alemán debe viajar a un determinado centímetro de mar ubicado en el Mar del Norte y llegar en un instante preciso. Básicamente, se trata de la aplicación argumental del Principio de Incertidumbre de Heisenberg. Este principio opera también como parte de la estructura narrativa del texto. Pero es en mi última novela (*Nosotros H*) donde decidí dejar de lado mis prejuicios y considerar estas dos facetas, más que como algo excluyente o cerrado, como una singularidad. Perdí el miedo, podría decirse. Traté de llevar la arquitectura y la narrativa al mismo nivel, a un cierto paralelismo de fuerzas. Por supuesto, lo que sí tengo claro cuando escribo li-

bro es que hago literatura (o lo pretendo), no ciencia, ni matemáticas, ni estadística, y que ese es mi único objetivo. Que los escritores deban ser estrictamente hombres de letras es un gran malentendido. No solo porque me dé la razón la historia de la literatura (Levi, Benet, Atxaga...), sino porque estoy convencido de que ciertos enfoques “clásicos”, alumbrados desde una perspectiva técnica, revelan rincones casi siempre inexplorados.

**¿Qué lugar ocupa en su vida la docencia?**

Me siento profundamente afortunado de poder dedicarme a esto. La docencia y el contacto directo con mis alumnos siempre me han resultado gratificantes. En ese aspecto, como ellos saben, estoy en continua formación, investigando siempre nuevas áreas de conocimiento, replanteándome mis pocas certezas (y casi siempre desbancándolas). El buen docente, en mi opi-

nión, es aquel que no repite (o no repite más allá de lo estrictamente necesario) sino el que se renueva, el que está en evolución e inventa y cambia, alguien que propone, que tiene opiniones propias, no sectarias, y que tiene capacidad intelectual para gestionarlas. Por otro lado, también me parece fundamental ser capaz de provocar empatía en los alumnos, que no te vean como algo ajeno, que no va con ellos. Esto, que suena tan idílico y equilibrado en el plano teórico, está condicionado por otras muchas variables y luego resulta bastante complicado en las aulas. Pero a veces se logra. Y es mágico. En mi caso, como docente, siempre he sentido esa prioridad de mantener el equilibrio entre la cordialidad y esa autoridad intelectual, por pretencioso que suene, de la que antes hablaba.

**¿Por qué decidió comenzar su carrera literaria en el género del cuento?**

Íntimamente es el género que más me gusta escribir. También el que más respeto. Tradicionalmente se dice que es un género minoritario (y lo es) y eso complica su viabilidad de cara a las editoriales y a los lectores. Pero no existe género literario que, en tan poco, dé tanto. Por suerte, hay editoriales heroicas (Menoscuarto, Salto de Página, Páginas de Espuma) que han apostado, desde el principio, por autores especializados en el género. Pero no hay placer asimilable al que experimentas al terminar de leer *Tormenta*, de Cees Nooteboom; o *Signos y símbolos*, de Nabokov, por poner solo dos ejemplos magníficos. Como autor, el cuento me permite experimentar, llevar las cosas al extremo. Definiendo la tesis, como otros muchos, de que sin riesgo narrativo no hay ni puede existir literatura. El riesgo, no pocas veces, pasa por el juego y la experimentación. De ahí que el relato sea un género magnífico para foguearse.

El precio de una equivocación siempre es me-

nor y el grado de libertad creativa (algo que siempre debería valorar un escritor) casi ilimitado. Por último, no creo en eso que dicen muchos de que el relato sea un paso previo a la novela. Tampoco que sea un género menos exigente o más anárquico. Lo que sí tengo claro, es que el escritor de novelas que soy le debe mucho, muchísimo, al escritor de cuento. De hecho, salvo el detalle del número de páginas y el uso de ciertas estrategias técnicas, no pocas veces tengo la sensación de haber escrito un cuento largo que he tardado dos años en alumbrar. Pero la esencia de mis novelas está en mis cuentos. A mis alumnos de la Escuela de Escritores siempre les recomiendo aprender a componer relatos antes de enfrentarse a una novela. No porque sea un paso necesario, sino porque, si dominas un género, aprenderás muy rápido el otro. Y lo harás casi siempre con solvencia.

**Con la obra *Un centímetro de mar se adentró en la novela. ¿Qué le motivó a hacerlo?***

En realidad no fue mi primera novela, sino la tercera. Las dos anteriores estaban en un cajón: una de ellas justamente, y ahí seguirá, y la otra, probablemente se editará en breve. Pero esta novela logró el Premio Ciudad de Irún y, por ese motivo, fue editada. Fue muy bien acogida por la crítica. Ocho meses después recibí el Premio Ojo Crítico de RNE. De repente me sentí un poco desbordado. Si tuviera que dar un único motivo por el que empecé a escribir novela, diría que porque este género me brindaba la posibilidad de profundizar psicológicamente en los personajes, cosa que el relato, por sus limitaciones de extensión, no me permitía. También la necesidad de elaborar tramas complejas que, en el relato, hubieran quedado cojas o demasiado apresuradas. Escribir novela era un reto, por supuesto; y lo que en ese momento me demandaba a mí mismo.

**¿Puede describir en su caso cómo surgen sus relatos? ¿En qué se inspira?**

A veces surgen de imágenes (una mujer que llora al amantar a su bebé, un cabello, una mujer sin brazos), otras de ideas, de lecturas, de un fogonazo que sobreviene en una conversación o durante una noche de copas. He aprendido a discriminar esas ideas que a priori se presentan como geniales, pero que luego, en su mayor parte, terminan por desvanecerse, a través de un proceso mental que consiste, básicamente, en dejarlas flotar en mi cabeza. Si tienen que ser olvidadas, si son mediocres o poco interesantes, las olvidaré. Pero si persisten, si nuevos detalles acuden a completarla, si esa idea llama de nuevo mientras estoy con otro libro, terminarán ineludiblemente convertidas en historias. A veces, cuando sobreviene esa pulsión, dedico un tiempo a plasmar la materia prima, el borrador, una especie de croquis, pero siempre lo hago sin interrumpir el proyecto en el que estoy trabajando (es como si me dijera, vale, hazlo, te lo permito, pero solo en tu tiempo libre). En este sentido, considero que tengo un imaginario excesivamente fértil, lo que muchas veces supone un verdadero problema y casi siempre una ventaja.

**¿Puede recomendar la lectura de una obra suya o de un relato que destaque especialmente?**

Siempre queda mal que un autor recomiende sus propios libros, pero atendiendo a la pregunta, sugeriría *Nosotros H*, el que hasta ahora es mi último libro. No solo es el más reciente, sino que, para mí, representa la consecución de una forma de hacer las cosas, la que imaginé hace veinte años, cuando era un aparejador que se levantaba de madrugada a escribir. Su vocación, más que narrativa, es poética y hasta cierto punto experimental. Pero creo que ayudará a sus lectores a hacerse una idea de lo que ha sido mi trayecto hasta ahora.





**POLITÉCNICA**

“Ingeniamos el futuro”

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

