

REVISTA

DICIEMBRE 2015 N° 32

UPM

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

El arte y el diseño en la Ingeniería



El sector inmobiliario: ¿tendrá una segunda oportunidad?

UP4

Las
Politécnicas se
unen en UP4
para impulsar
la enseñanza
e investigación
de calidad



Geomática: la
ingeniería de
las ingenierías



Guiomar Niso
trabaja en
el *Montreal
Neurological
Institute*

DICIEMBRE 2015 - n° 32

UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

S U M A R I O UPM



POLITÉCNICA

REVISTA UPM (NUEVA ÉPOCA) N° 32

CONSEJO EDITORIAL:

ETS DE ARQUITECTURA Antonio Mas-Guindal
ETS AERONÁUTICA Y DEL ESPACIO Vanesa García
ETS AGRÓNOMAS Rosa Benavente
ETS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS Manuel Romá
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 AGRICOLA Daniel Palmero Llamas
EUT FORESTAL Leticia de Salas
ETS DE INGENIERÍA Y DISEÑO INDUSTRIAL Isabel Carrillo
ETS DE INGENIERÍA CIVIL Ángel E. Moya Herrán-Gómez
ETS DE INGENIERÍA Y SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN Rafael Herradón
CENTRO SUPERIOR DE DISEÑO DE MODA DE MADRID -CENTRO ADSCRITO-
Mercedes Jamarit, Laura Lucero
RECTORADO Inés Bernabeu, Victoria Ferreiro, Cristina Pérez,
Jesús Vázquez Mingueta

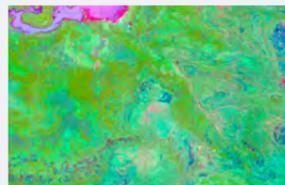
CONSEJO DE REDACCIÓN (CR):
Gabinete de Comunicación UPM

FOTOGRAFÍA:

Pascual González
Banco de imágenes FOTOLIA
Págs. 4-7: Alfonso San Miguel
Págs. 8-11: Guiomar Niso
Pág. 12: Julián Rodríguez
Págs. 14-17: Miguel Fragozo / Lotus
Págs. 18-20: José Antonio Alcobendas / iEnergy
Págs. 24-26: itdUPM
Págs. 29-32: Silvia Nuere / Varios autores
Págs. 37: Ricardo Poza

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 3637ISSN: 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

El sector inmobiliario, ¿tendrá una segunda oportunidad? 1

UPM - INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

La conservación de la biodiversidad olvidada 4**Doctora en Ingeniería Biomédica por la UPM, Julia Guiomar****Niso trabaja en el Montreal Neurological Institute 8**

Otras noticias de INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN 11

UPM - ESTUDIANTES

Tecnología espacial para encontrar petróleo 12

Otras noticias de ESTUDIANTES 13

UPM - ANTIGUOS ALUMNOS

Miguel Fragozo, ingeniero industrial por la UPM**y director de ingeniería de Lotus 14****Entrevista a José Antonio Alcobendas, fundador****y CEO de iEnergy 18**

UPM - UNIVERSIDAD ABIERTA

Geomática: la ingeniería de las ingenierías 22**Pautas para medir la huella social de las empresas 24**

Otras noticias de UNIVERSIDAD ABIERTA 25

UPM - CRÓNICA UNIVERSITARIA

Presentación de UP4 26

Otras noticias de CRÓNICA UNIVERSITARIA 27

Jesús del Álamo, doctor honoris causa por la UPM 28

UPM - CULTURA

Arte, Diseño e Ingeniería: una combinación necesaria 29**Exposición de la Biblioteca Universitaria: El paisaje****minero de Riotinto 33****Teresa Riesgo sugiere la lectura de Amélie Nothomb 34****Biblioteca Histórica UPM: Proyecto para la capilla****de San Julián en la Catedral de Cuenca 34**

UPM - EN SEGUNDO PLANO

Conocido como "Mago Riqui",

Ricardo Poza trabaja en la Escuela Técnica Superior

de Ingenieros Informáticos 37



¿Tendrá una segunda oportunidad el sector inmobiliario?



Es buena noticia si escuchamos que la economía española está creciendo. En este punto nos podemos plantear: ¿se necesitará que el mercado inmobiliario vuelva a tirar con fuerza de la actividad y del empleo?

La sociedad española tiene la percepción de que hay un claro culpable de todo lo que ha pasado desde el año 2007, y ese claro culpable es el sector inmobiliario. ¿Será éste un pilar fundamental en la estrategia de crecimiento de la economía española? Para responder a esta cuestión, la UPM reúne en un Punto de Encuentro a seis personajes destacados de este ámbito productivo para analizar si el sector inmobiliario tendrá una segunda oportunidad.

El profesor de la UPM y subdirector de la Escuela Técnica Superior de Edificación Víctor Sardá modera el debate, en el que intervienen Carlos García León, consejero director general de Metrovacesa; Ismael Clemente, consejero delegado de Merlin Properties Socimi, S.A.; Juan Antonio Gómez-Pintado, presidente de ASPRIMA; Juan

Ortueta Monfort, director de financiación Real Estate en BBVA; Ricardo Antuña García, director de Eirea Institute, y Ricardo Martí-Fluxá, presidente de ACI.

Todos ellos coinciden en que el sector cuenta ahora con una segunda oportunidad para evitar incurrir en los errores del pasado. "Tuvimos un endeudamiento financiero excesivo y el gran esfuerzo de las inmobiliarias ha sido rebajarlo", afirma Carlos García León. "En esa época se empezaban las viviendas antes de venderlas y ahora es al contrario. Tenemos la oportunidad de volver a estar en un punto normal y no de locura, como estuvimos", añade.

Lo lógico, opina Ismael Clemente, es que tarde o temprano se vuelva a producir una burbuja inmobiliaria, porque es un sector cíclico. "Lo que hay que

evitar es que sus consecuencias sean tan destructivas para la economía y el ciudadano", matiza. Un ejemplo a seguir lo constituyen los países anglosajones, en particular Estados Unidos, donde la rapidez de reacción ante una situación de exceso permitió un ajuste más rápido. "Allí la burbuja estalló en verano-otoño de 2007, y en año y medio se reempló a mucha de la gente que había quedado en paro", explica.

En nuestro país, sin embargo, continúa Clemente, nos esforzamos en negar la existencia de una crisis durante mucho tiempo, nos vimos inmersos en un desenfreno de emisión de deuda pública y de fomento del gasto público, que creó una falsa sensación de bienestar durante un período, pero que era insostenible. "Cuando pinchó esa segunda burbuja, las consecuencias fueron mucho más dolorosas", afirma.

"Hay muchas causas intrínsecas del mal control financiero que hicieron las autoridades en la implosión de la burbuja crediticia inmobiliaria de España". En su opinión, iremos aprendiendo con el paso del tiempo y seguramente la próxima burbuja la controlaremos bastante mejor.

En este sentido, Juan Antonio Gómez-Pintado se mostró de acuerdo en no olvidar que existen los ciclos, y que probablemente más que una segunda oportunidad lo que estemos viviendo es el comienzo de un nuevo ciclo. No obstante, señaló que las relaciones entre entidades financieras y las compañías promotoras tienen que tener

Financiación del proyecto y no de cliente

En cuanto a la financiación del sector, la banca seguirá financiándolo, pero de forma cada vez más selectiva, apunta Juan Ortueta. "Lo importante ahora es el proyecto en sí y no la solvencia del cliente que está detrás. Porque en una crisis sistémica como la que hemos vivido, los grandes nombres de la industria promotora española desaparecieron, y lo que ha quedado es una promoción a las afueras de Jaén o en el tercer cinturón industrial de Mataró, por ejemplo", explica el representante de BBVA. "Es importante que financemos proyectos en aquellos sitios

No obstante, empieza a haber un mercado de suelo incipiente y en los últimos concursos se han visto incrementos "nada justificados" de su precio, señala Juan Antonio Gómez-Pintado. Por ejemplo, en determinadas áreas de Madrid se ha pasado de pagar 800 euros el metro cuadrado en abril, a pagar 1.200 euros en el mes de septiembre.

Burocracia y lentitud legislativa

En el tema de urbanismo, los participantes se mostraron de acuerdo en considerarlo extenso, lento y cambiante, dependiendo de la región del país en que nos encontremos por las

ciudades), ya que la ley está "muy encorsetada". "Menos burocracia y más sentido común, hacer la Administración más eficiente y que el sector tenga seguridad jurídica" es lo que desea este profesional.

Otro ejemplo de mal urbanismo son los viales, apunta Ricardo Martí-Fluxá. "Se nos olvida que las ciudades crecen y muchas veces los accesos no se hacen con la debida cabeza", afirma.

Para Ricardo Antuña, uno de los riesgos específicos de los desarrollos urbanísticos viene por la discrecionalidad de las administraciones a la hora de tramitar procedimientos urbanísticos. "El desconocimiento dis-

silea, apunta Juan Ortueta, es que da directrices que tienen carácter general, cuando el sector inmobiliario de cada país tiene sus connotaciones propias. Partidario también de la autorregulación en el sector, Ricardo Martí-Fluxá apuesta, en cambio, por un análisis de riesgos "bien hecho". "Nuestro reto es hacer un sector de la construcción eficaz y eficiente. La España de después de la crisis se merece que tengamos mayor transparencia y que seamos capaces de aprender de los errores del pasado para no volver a repetirlos", señala Martí-Fluxá.

Sobre el futuro, Carlos García León

convirtiéndolo en un segmento "altamente profesionalizado", indica Juan Ortueta. En su opinión, hoy día una empresa promotora tendrá que reclutar a distintos profesionales con experiencia en ámbitos como la arquitectura, el urbanismo, el marketing o las finanzas.

Ricardo Martí-Fluxá subraya que aquellos que "estudian en la Politécnica de Madrid lo hacen en una gran universidad", y sugiere que, durante su carrera profesional, mantengan el entusiasmo, ingrediente "fundamental" para toda actividad en la vida, además de "humanismo". "No nos olvidemos para quién construimos",



unos límites, por los excesos de apalancamiento y endeudamiento vividos, y que el inmobiliario debe ser un sector muy profesionalizado. "Cualquiera no puede entrar en esto", dice rotundo. "Si el sector hubiera tenido profesionalidad y transparencia, los problemas no hubieran sido tan graves", cree Ricardo Martí-Fluxá.

Para Juan Ortueta, otros sectores, como el naval o el siderúrgico, podrían desaparecer en nuestro país, pero no el inmobiliario, porque es consustancial a la economía española. El sector inmobiliario es, además, uno de los elementos clave para generar un PIB estable, añade Ricardo Antuña. También apunta que una de las lecciones aprendidas tras la crisis ha sido la mala evaluación que se hizo de los riesgos vinculados a los préstamos. Por ello, reclama que, junto a la banca, los fondos de inversión, las entidades promotoras y las *socimis*, aparezcan como nuevos actores del sector las agencias de calificación de riesgos vinculados a operaciones de este tipo.

donde verdaderamente haya demanda, demografía y capacidad de vender el producto", añade.

Respecto a los particulares, "tendremos que ir hacia modelos de crédito responsable, con porcentajes de financiación más moderados y, sobre todo, teniendo en cuenta la capacidad de pago del comprador final", afirma Ortueta. "Todo esto irá rediseñando las condiciones de financiación al sector". Además, "hay que demandar un espectro mayor y mayores posibilidades de financiación a nuestro sector dentro de una economía normalizada", reclama Juan Antonio Gómez-Pintado.

En el mercado del suelo debe ocurrir algo parecido. "Las instituciones financieras no vamos a financiar la compra del suelo para que el cliente se siente y espere a que se recalifique. Sólo se financiarán cuando haya un proyecto inmediato para la construcción de viviendas y con salida clara", subraya Juan Ortueta, quien aboga por limitar el apalancamiento y fomentar la aportación de fondos propios.

diferencias legislativas. "Hay urbanismos que colapsan cualquier tipo de desarrollo, por ejemplo, la ley de tres alturas de la Comunidad de Madrid", señala Carlos García León. "No hay ni una sola operación en Madrid que no esté suspendida por esta ley", dice Juan Antonio Gómez-Pintado, "y esto es así porque quien tiene la obligación de legislar no tiene en cuenta al sector".

Los promotores no participan en la redacción de la nueva ley en la Comunidad de Madrid, lamenta Gómez-Pintado. Y es que, en su opinión, uno de los grandes problemas del sector es la relación con las administraciones. "No se dan cuenta del esfuerzo que tienen que hacer las empresas a la hora de desarrollar los proyectos. Por ejemplo, se necesitan siete meses para obtener una licencia, lo que supone un coste de más de 700 millones de euros", afirma. Una situación que frena, además, la entrada del sector privado en el campo de la rehabilitación (eficiencia energética y smart

para el riesgo, y el problema que hay en España es que sabes cuándo empiezas un desarrollo urbanístico pero nunca cuando lo acabas", añade. En su opinión, tener en cuenta las variables de riesgos vinculados a un activo aportaría un conocimiento muy importante y transparencia al sector. "Es muy sencillo: cuanto más riesgo tenga un activo, menor es su valor", resume.

Según el director de Eirea Institute, sería interesante establecer un sistema comparable a Basilea, que controla el riesgo crediticio, en el sector inmobiliario. Algo que no comparten el resto de ponentes, pues "no es necesario ni deseable que nadie venga a regular el sector inmobiliario, porque nos autorregulamos", señala Ismael Clemente. "La regulación por parte del Estado no ayuda en la mayoría de los casos, sobre todo en sectores complejos donde es bastante complicado regular algo de forma eficiente", subraya.

Uno de los inconvenientes de Ba-

considera que se debe trabajar en la evolución del sector inmobiliario, en cuanto a innovación, nuevos materiales o procesos industrializados. "Hay quien dice que en la construcción trabajamos con el centímetro mientras que en todos los demás mercados lo hacen con el milímetro", algo que tiene que evolucionar, al igual que lo ha hecho la construcción de centros comerciales, hoteles u oficinas. Para Ricardo Antuña, el sector inmobiliario ideal tendría que estar basado en la "transparencia y el conocimiento".

Una carrera profesional en el sector inmobiliario

La última intervención de los ponentes estuvo dirigida especialmente a los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Edificación para recomendarles que, si quieren dedicarse al sector inmobiliario, deben ampliar sus conocimientos técnicos, incluyendo los financieros y jurídicos. En este nuevo ciclo, el sector se está

advirtiendo. A continuación, Juan Antonio Gómez-Pintado advirtió a los futuros titulados que el desarrollo profesional en el sector inmobiliario es una carrera en la que nunca se tiene que dejar de aprender, por lo que hay que estar siempre situados en la frontera del conocimiento.

Teniendo en cuenta que la crisis del sector comenzó en 2007, los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Edificación demuestran mucha vocación, afirma Gómez-Pintado. Y es que se trata de una profesión donde se construyen ilusiones, señala. "Os animo a todos los que queráis a buscar vuestra carrera en el sector inmobiliario, que os necesita, ya que es profundamente intensivo en conocimientos como los que vosotros tenéis", recomendó Ismael Clemente.

No se puede cerrar este reportaje sin agradecer la importante contribución de la Cátedra Arpada en la realización de este Punto de Encuentro. Su colaboración ha sido decisiva para que se desarrollara con éxito.



Parnassius apollo, una de las mariposas más conocidas y de las pocas que aparecen en el listado de especies protegidas de España. Su conservación depende de los pastos de alta montaña.

La conservación de la biodiversidad olvidada

Las prioridades y presupuestos dedicados a la conservación de la biodiversidad favorecen a las especies emblemáticas (*flagspecies*), generalmente aves y mamíferos, mientras relegan a un segundo plano a otras quizás no menos importantes, pero sí menos conocidas y por tanto valoradas: las especies olvidadas. ¿Cómo se puede proteger una biodiversidad que sólo conocen los especialistas? Este artículo analiza algunas claves del problema y describe cómo se avanza hacia su resolución mediante lo que podríamos denominar "ingeniería de ecosistemas".

Como todos sabemos, la influencia de la Humanidad sobre nuestro propio planeta ha adquirido una intensidad dramática en las últimas décadas. El crecimiento exponencial de la población humana y de las tecnologías que ésta maneja han disparado lo que ahora denominamos Cambio Global, un síndrome que se caracteriza, entre otras cosas, por el veloz avance de la frontera agrícola en detrimento de la forestal, un enorme incremento de los gases de efecto invernadero, un cambio climático de origen antrópico y una pérdida acelerada de biodiversidad; tan acelerada que se habla de la sexta extinción, con tasas de desaparición de especies que superan a las de la quinta, en la que se extinguieron los dinosaurios. El efecto del hombre sobre la Tierra es tan intenso que ha adquirido la magnitud de fuerza geológica, lo que ha llevado a proponer la existencia de una nueva Era, el Antropoceno, en la que estaríamos desde hace poco más de dos siglos. Todo ello ha obligado a la Humanidad a tomar conciencia de la magnitud del problema y a adoptar medidas globales que permitan frenar, y si es posible revertir, el problema. En el

caso de la pérdida de la biodiversidad, algunos de los principales hitos han sido las firmas de los Convenios internacionales Ramsar, CITES (*Convention on the International Trade of Endangered Species*), de Berna, de Bonn y de la Diversidad Biológica, todos ellos firmados en el último cuarto del siglo XX. A escala de la Unión Europea, la apuesta por la conservación de la biodiversidad es muy ambiciosa y se centra en dos Directivas de obligado cumplimiento en todos los Estados miembros: la de Aves, que se aprobó en 1979, y la de Hábitats (que incluye no sólo hábitats sino también especies de flora y fauna), que se firmó en 1992. Ambas obligan no sólo a mantener un estado de conservación favorable en las especies y los tipos de hábitats de interés comunitario (que aparecen enumeradas en sus Anejos), sino también, en el caso de muchas especies, a proteger los territorios que se consideran imprescindibles para ello: las denominadas áreas críticas. En el caso de la Directiva Aves son las denominadas ZEPA (Zonas de Especial Protección para las Aves) y en la de Hábitats, las ZEC (Zonas Especiales de Conservación). De ese modo, con las

ZEPA y las ZEC, se configura la denominada red Natura 2000, que cubre un 28% de la superficie terrestre de España: 14 millones de hectáreas. España dispone de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, que traspone las obligaciones de las Directivas mencionadas y avanza en el establecimiento de normas que permitan garantizar la conservación de nuestra biodiversidad, haciéndola compatible con el aprovechamiento racional y sustentable de sus servicios y el Desarrollo Rural. Finalmente, las Comunidades Autónomas también han avanzado en aspectos legislativos orientados a la conservación de la biodiversidad en sus territorios.

Aunque, como se ha indicado, la Directiva Hábitats establece listados de las especies para cuya conservación es necesario declarar Zonas de Especial Conservación (anexo II) o que requieren protección estricta (anexo IV), las prioridades, los esfuerzos y los presupuestos dedicados a esa conservación obligatoria de la biodiversidad no se distribuyen de forma homogénea o proporcional a la importancia ecológica de las especies o a la diversidad de los grupos en los que éstas se incluyen. En este ámbito suele cumplirse aquello de "sólo se conserva lo que se valora y sólo se valora lo que se conoce". Por ello, una mejor imagen pública de las especies se traduce en mayor conocimiento; el conocimiento en valoración y la valoración, en conservación. Y el problema es que muchas especies ni siquiera tienen imagen pública, porque sólo son conocidas por un grupo muy limitado de especialistas. Ello las relega irremisiblemente al desconocimiento, la infravaloración y la minimización de los esfuerzos dedicados a su conservación: son las especies olvidadas, las "Cenicientas" de la biodiversidad.

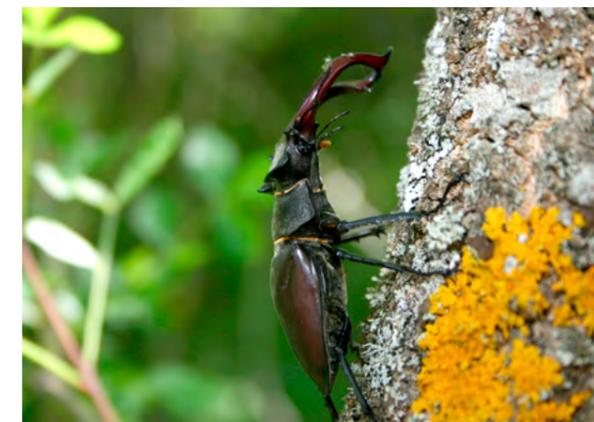
Los datos procedentes de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España permiten poner cifras a esas afirmaciones. Así, aunque dentro del mundo animal, los vertebrados sólo aportan un 1,8% de las especies y los invertebrados, un 98,2% (los insectos, un 81%), las publicaciones científicas relativas a los primeros ascienden a un 79% del total y las

de los segundos, al restante 21%. Y, lo que es todavía más significativo, los presupuestos dedicados a la conservación de los primeros acaparan un 95% del total, mientras que los de los invertebrados sólo suponen un 5%. Por motivos similares, a pesar de las enormes diferencias que existen en diversidad de especies, el Catálogo de especies amenazadas de España (RD 139/2011) sólo incluye 31 especies de invertebrados, mientras que las de anfibios y reptiles son 93; las de aves, 296 y las de mamíferos 33. Parece claro, pues, que aunque la obligación de mantener a las especies de interés comunitario en un estado de conservación favorable se aplica a todas las que aparecen en las Directivas citadas, la conservación de las especies olvidadas queda en un segundo plano muy lejano frente a las más emblemáticas: lince ibérico, águila imperial ibérica, oso, urogallo o buitre negro, por ejemplo.

Un segundo problema, estrechamente ligado al que acabamos de describir, es cómo es posible conservar unas especies que sólo conoce un pequeño grupo de especialistas y que, además, suelen ser de pequeña talla y

pasan buena parte del año en forma de huevos, larvas o pupas, a menudo dentro del suelo o estructuras vegetales, como la madera. Los tres criterios que establece la Directiva Hábitats para evaluar el estado de conservación de una especie son su dinámica poblacional (la población debe superar un valor mínimo de referencia), su área de distribución natural (que tampoco debe descender del valor de referencia establecido) y la disponibilidad de un hábitat favorable en extensión, distribución y calidad. Resulta obvio, pues, que para la conservación de estas especies olvidadas lo primero que se requiere es un conocimiento suficiente de los aspectos mencionados. Habida cuenta de la enorme diversidad de especies y la parquedad de los presupuestos disponibles, gran parte de los censos y los datos de distribución se obtienen gracias a la labor de Sociedades Científicas, que establecen los procedimientos y se apoyan en el trabajo de aficionados con una mínima ayuda económica por parte de las Administraciones.

"El efecto del hombre sobre la Tierra es tan intenso que ha adquirido la magnitud de fuerza geológica"



Ciervo volante (*Lucanus cervus*), escarabajo saproxílico protegido cuya conservación depende de la de los bosques maduros.



Los insectos coprófagos, como los escarabajos de la fotografía, son los basureros de la naturaleza: descomponen las heces de los herbívoros y permiten que sus nutrientes se incorporen al suelo y, además, sirven de alimento a numerosas especies insectívoras.



Mariposas mirmecófilas de la familia *Licaenidae* en pastos de alta montaña de Sierra Nevada.

Una segunda reflexión es que las labores de conservación no pueden orientarse directamente a la protección de las especies, lo que se denomina conservación de grano fino, sino a la de sus hábitats y a la minimización de las amenazas que les afectan: la denominada conservación de grano grueso. Sólo en el caso de un número muy limitado de especies comestibles (por ejemplo, caracoles) o codiciadas por los coleccionistas, es necesario, además, adoptar medidas de conservación directa.

Así pues, la conservación de la mayoría de las especies de invertebrados suele centrarse en la protección y gestión adecuada de sus hábitats (bosques maduros, matorrales, pastos naturales herbáceos, humedales y otros), en el control de la contaminación y la aplicación de biocidas y, a veces, en el control de especies exóticas invasoras.

De las escasas especies de escarabajos (coleópteros) protegidas por el RD 139/2011 varias son saxícolas: se alimentan de madera. Por ello, su conservación depende de buena medida de la existencia de grandes árboles decrepitos, o con oquedades, que sólo aparecen en los bosques maduros (ver Manual de WWF "Dead Wood - Living Forests"). De ese modo, la conservación de esos bosques y de la necromasa



Eumigusrubio, saltamonte áptero endémico de las cumbres de Sierra Nevada.

"La conservación de invertebrados suele centrarse en la protección y gestión adecuada de sus hábitats, en el control de la contaminación y de las especies exóticas invasoras"

que albergan y la aplicación de buenas prácticas de gestión forestal (selvicultura) es la principal garantía de conservación para esas especies, entre las que se encuentra, por ejemplo, el ciervo volante (*Lucanus cervus*).

Otro caso que denuncian los entomólogos especialistas en conservación de la biodiversidad es el de los insectos coprófagos, que se alimentan de las heces del ganado y contribuyen a su descomposición, a la vez que sirven de alimento a muchas especies de aves y mamíferos insectívoros. El uso de algunos productos antiparasitarios para el ganado, como la ivermectina, y la propia desaparición del ganado extensivo en muchos montes parecen estar afectando seriamente a algunas especies y, por consiguiente, produciendo efectos en cadena tanto en la descomposición de las heces como en la alimentación de los insectívoros que dependen de ellos. Para dar idea de la importancia del proceso basta decir que en Australia tuvieron que ser importados entre 1965 y 1985 en lo que se denominó el "Proyecto australiano de insectos coprófagos".

En el caso de las mariposas (lepidópteros), la conservación depende de la de sus hábitats, en los que se encuentran sus especies nutricias y las que necesitan sus larvas para alimentarse. Así, por ejemplo, *Parnassius apollo* (fotografía inicial) depende de los pastos herbáceos de alta montaña en los que aparecen sus especies nutricias. Otras mariposas dependen de los prados y, por consiguiente, de una adecuada gestión de sus siegas y su pastoreo que evite la invasión de la vegetación leñosa y garantice la persistencia de sus plantas nutricias. A ello se han dedicado varios proyectos LIFE en toda Europa. En el grupo de los *Licaenidos*, la situación es parecida, pero más complicada, porque en muchos casos son especies mirmecófilas: que dependen de hormigas que, engañadas por las secreciones de sus larvas, las recogen y las protegen en sus hormigueros y de ese modo garantizan su supervivencia durante el invierno. Por eso, la conservación de esas mariposas, y de las hormigas que cuidan de sus larvas, depende de la persistencia de los pastos en los que viven ambas y, por consiguiente, de un adecuado aprovechamiento ganadero extensivo que evita la invasión del matorral y un excesivo crecimiento de la hierba, que sería perjudicial para las hormigas.

Algo parecido sucede con los saltamontes (ortópteros), que también son herbívoros y cuya conservación depende, por tanto, de la de las comunidades vegetales en las que viven y de las que se alimentan. Un caso paradigmático es el del saltamonte áptero *Eumigus rubio* que, aunque no está protegido por el RD 139/2011 (sólo lo están tres especies de ortópteros), vive exclusivamente en los pastos de alta montaña de Sierra Nevada. Su conservación depende del mantenimiento y la ordenación del pastoreo de una ganadería extensiva cada vez más exigua y quizás más amenazada de extinción que el propio saltamonte.

En el caso de las libélulas (odonatos), cuyas larvas viven



La conservación de las libélulas depende de la de los humedales que constituyen su hábitat.

"Son las especies olvidadas, las Cienicientas de la biodiversidad"

en el agua y cuyos adultos se alimentan de otros pequeños invertebrados ligados a los humedales, la conservación de las siete especies que aparecen en el RD 139/2011 depende de sus hábitats, en los que es necesario garantizar no sólo la persistencia de una vegetación adecuada, sino también la del agua, que debe ser suficiente en cantidad y distribución estacional, y libre de contaminación. En este caso, la labor de aficionados dirigidos por Sociedades Científicas está consiguiendo grandes avances en el conocimiento de la distribución de muchas especies y, por consiguiente, en el incremento de las posibilidades de conservación y gestión adecuada de las áreas de mayor importancia.

En algunos casos, la conservación de los insectos está estrechamente ligada a la de las plantas de las que se alimentan y a las que polinizan. Se trata de lo que en ecología se denomina simbiosis mutualistas, con mutuo beneficio para las dos especies que intervienen, interacciones que son especialmente importantes en el caso de los bosques tropicales. En esos casos, la desaparición de un polinizador puede afectar negativamente a las especies a las que poliniza, y la desaparición de éstas puede provocar la extinción del polinizador, si es muy específico. Dada su complejidad, el conocimiento de las interacciones entre especies es todavía muy limitado, aunque constituye una línea prioritaria en la investigación orientada a la conservación de la biodiversidad. En España se está abordando ya en algunos Parques Nacionales, en especial de alta montaña.

Esperamos que este artículo haya contribuido, aunque sea mínimamente, a conseguir que esta biodiversidad olvidada lo sea cada vez menos y a que en la Universidad Politécnica de Madrid seamos conscientes de que también hay una labor de ingeniería de ecosistemas que puede contribuir a garantizar su conservación.



Diptero Sífido polinizando una compuesta del género *Hypochaeris*.

SOBRE EL AUTOR

Alfonso San Miguel Ayanz es doctor Ingeniero de Montes y catedrático de Universidad en la ETS de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural. Ha sido coordinador UPM del Clúster de Cambio Global y Nuevas Energías del CEI Moncloa, es miembro del Comité Científico de Parques Nacionales y asesor del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en temas relativos a la red Natura 2000 y la Convención CITES).

Su equipo del Departamento de Sistemas y Recursos Naturales de la UPM participa en labores de investigación y transferencia de tecnología relacionados con el tema del artículo. Entre ellos:

- Colaboración con el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Comisión Europea en la elaboración de fichas de tipos de hábitats de interés comunitario y la propuesta de medidas de gestión para ellos, así como en la aplicación de la Convención CITES y el desarrollo de la red natura 2000.
- Participación en el Proyecto Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España.
- Participación en el Comité Científico de Parques Nacionales.
- Colaboración en Proyectos LIFE para la conservación de especies y tipos de hábitats de interés comunitario.
- Asesoramiento a las Comunidades Autónomas en la aplicación de las medidas de Directiva Hábitats y la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Contribución a la aplicación de normas de Certificación de Gestión Forestal Sustentable, como FSC.
- Participación en proyectos de investigación ligados a la conservación de especies y tipos de hábitats de interés comunitario y a la gestión sustentable de ecosistemas



Doctora en Ingeniería Biomédica por la UPM, Julia Guiomar Niso Galán trabaja en el *Montreal Neurological Institute*

“Este será el siglo del cerebro”

En la entrada del *Montreal Neurological Institute* se lee inscrita en el muro la siguiente cita del doctor Wilder Penfield, un neurocirujano canadiense excepcional: “*The problem of neurology is to understand man himself*”. Una visión que comparte Julia Guiomar Niso Galán, para quien el problema, o quizá mejor, el resultado de la neurología, y “más aún de la neurociencia, es entender al *hombre mismo*”.

Y es que a esta ingeniera de telecomunicación por la ETSIT, que hizo su tesis doctoral en el Centro de Tecnología Biomédica (CTB-UPM), siempre le ha apasionado el cerebro humano. “¿Cómo puede ser que podamos mandar cohetes al espacio y tengamos la más impensable tecnología, y no sepamos aún cómo funciona una masa de apenas 2 kg?”, se pregunta. Poco después de comenzar

los estudios en la UPM, descubrió que *Teleco* podía tener una relación directa con la neurociencia. “Si somos capaces de codificar mensajes y voz en señales para enviarlos por

“Trabajo para entender mejor la dinámica del cerebro”

el móvil o Internet, ¿por qué no investigar el proceso inverso e intentar descifrar qué información podemos obtener de las señales que genera nuestro propio cuerpo, en concreto, nuestro propio cerebro?”.

Hoy Guiomar trabaja como *Postdoc-*

total Fellowship en el *Montreal Neurological Institute (McGill University)*, uno de los centros de mayor reconocimiento internacional en su ámbito. “Admiraba el prestigio histórico de la institución y el gran trabajo que se realiza allí”, explica. Su interés se centró en el grupo del profesor Sylvain Baillet, un gran científico director del *McConnell Brain Imaging Centre* y que trabaja, principalmente, con magnetoencefalografía, la técnica en la que se especializó Guiomar durante su doctorado en el CTB.

Estudiar el procesamiento sensorial en personas ciegas, la conectividad cerebral de pacientes con epilepsia o la neurorehabilitación motora son algunos de los trabajos que allí desarrolla. Apasionada del baile, esta joven ingeniera compatibiliza su profesión con las clases de jazz y de danza contemporánea que le “recargan de energía” cada día.

Además, practica natación e *inner-tube* waterpolo, una divertida especialidad local del waterpolo. Lo único que echa en falta, admite, es el teatro, pues después de tantos años en *No es culpa nuestra*, el grupo de teatro de la ETSIT, “es difícil encontrar algo equivalente aquí”.

¿Por qué eligió la ETSI de Telecomunicación para cursar sus estudios?

Madrid cuenta con escuelas técnicas públicas y de gran calidad. La UPM es una Universidad de referencia internacional en ingeniería, con profesores muy cualificados y alumnos de alto nivel. Guardo un excelente recuerdo de mi paso por la Universidad. Si tengo que destacar algo de lo que me enseñaron allí, además de los conocimientos técnicos y científicos, es a saber afrontar los problemas sin temor alguno. Estamos preparados para encontrar una solución lógica a cualquier cuestión a la que nos enfrentemos.

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

Todos nacemos investigando: nuestro entorno, nuestro alrededor y, en cierta medida, nunca dejamos de hacerlo, simplemente cambian los temas que atraen nuestra atención. Yo he estado siempre tan entusiasmada por seguir aprendiendo y descubriendo cosas del cerebro, que nunca sentí que tuviese que decidir nada. Solo continuaba haciendo lo que me más me gustaba. De la misma manera que de pequeña me preguntaba qué color obtendría mezclando pintura azul y roja, ahora también trato de

“La UPM es una Universidad de referencia internacional en ingeniería, con profesores muy cualificados y alumnos de alto nivel”

responder nuevas preguntas con los datos de las señales cerebrales que registro.

Cuenta con experiencias internacionales, en el Max Planck Institute en Frankfurt o el Netherlands Institute for Neuroscience en Ámsterdam. ¿Cómo las valora?

Fueron muy positivas y enriquecedoras. Tuve muy buenos supervisores y su efecto tuvo una influencia muy positiva en mi trayectoria. Formar parte de otros institutos de neurociencia me ayudó a poner en perspectiva mi trabajo y avanzar más rápidamente. Porque ver cómo se trabaja en otros laboratorios, las diferentes dinámicas relacionadas con la cultura del país, compartir los conocimientos y conocer personas con pasión por proyectos de tu mismo campo, son experiencias que te abren, te conectan, y en definitiva, te enriquecen. Por ello, creo que se deben potenciar los programas que ayudan e impulsan la movilidad, o al menos, no descuidar los existentes.

¿En qué consiste su trabajo en Canadá?

Estoy involucrada en muchos proyectos, lo cual me aporta una vi-

sión global y muy transversal. El aprendizaje es continuo. Todos los proyectos buscan de una manera u otra entender mejor la dinámica del cerebro, tanto en individuos sanos como en aquellos que padecen enfermedades. En todos utilizamos la magnetoencefalografía (MEG), una técnica muy sofisticada que mide los campos magnéticos del cerebro. La MEG requiere una equipación especial, porque los campos cerebrales son extremadamente pequeños, en el orden de los picoTesla (10^{-12}). Y simplemente el campo magnético de la Tierra, por ejemplo, es 10 millones de veces más grande que el que emite nuestro cerebro. Por eso, el equipo de MEG necesita situarse dentro de una habitación aislada y utiliza sensores que trabajan a temperaturas superconductoras (alrededor de 4 grados Kelvin, o lo que es lo mismo, -269°C , ¡ni siquiera el invierno en Montreal llega a temperaturas tan bajas!). Gracias a todo esto, podemos tener información de lo que pasa en el cerebro milisegundo a milisegundo.

Entre otros, participo en el proyecto OMEGA (*The Open MEG Archive*), la primera base de datos multicéntrica abierta de MEG del mundo. En ella pueden colaborar distintos centros, además de *McGill University*. Los datos están documentados y disponibles para cualquier usuario que se registre. El objetivo último es tener una caracterización de la dinámica cerebral de la población normal sana, con diferentes variables demográficas, que se puedan usar como referencia a la hora de estudiar gru-



pos de población con distintas enfermedades.

También estudio el procesamiento sensorial en personas ciegas. Gracias a la plasticidad del cerebro, el córtex visual de personas ciegas (que en principio podría suponerse inactivo por la ausencia de estímulos visuales) sorprendentemente puede adoptar nuevas funciones, como el procesamiento de estímulos somatosensoriales. Estudiamos este proceso, en colaboración con la *University of Copenhagen*.

Paralelamente, participo en otro estudio en colaboración con el CTB y el Hospital Universitario de Ciudad Real, en el que tratamos de caracterizar cómo se altera la conectividad funcional en las redes cerebrales de pacientes con epilepsia, en comparación con sujetos sanos, aun cuando no exista actividad epiléptica visible y los sujetos estén en reposo.

Por último, trabajo en neurorehabilitación motora. La velocidad con la que los adultos procesan la información va disminuyendo con la edad. En concreto, las personas mayores tienen más dificultad para realizar tareas que requieran percepción visual. En este caso, estudiamos la sincronización de los músculos del brazo y la mano con el área motora y premotora del cerebro, durante la realización de una tarea con *feedback* visual en sujetos jóvenes, ancianos y en pacientes con deterioro cognitivo.

Junto a su actividad investigadora, también ha iniciado una carrera de emprendimiento con la puesta en marcha de Mindzilla. ¿En qué consiste?

Este será el siglo del cerebro. Y estamos convencidos de que, aunque hoy suene a ciencia ficción, en un futuro próximo podremos disfrutar de dispositivos capaces de hacer un seguimiento de nuestra actividad cerebral de manera tan fácil como quien ahora enciende su móvil. Nuestro cerebro contiene alrededor de 86.000 millones de neuronas. Cada una de ellas establece unas 1.000 conexiones sinápticas con otras neuronas, produciendo pequeñísimas señales eléctricas. La Electroencefalografía (EEG) es una técnica para medir estas corrientes eléctricas diminutas en la superficie de la cabeza a través

de electrodos hechos de materiales conductores.

Mindzilla es un dispositivo EEG inalámbrico de calidad médica que capta las señales eléctricas del cerebro y, mediante un algoritmo diseñado al efecto, detecta el estrés agudo y lo reduce mediante técnicas de *neurofeedback*. Un dispositivo como *Mindzilla* abre además, multitud de nuevas posibilidades: ¿Cómo evoluciona una persona con daño cerebral mientras realiza su terapia? ¿Qué ocurre en el cerebro de un deportista de élite mientras se concentra? ¿Se podría aplicar en el tratamiento a niños con déficit de atención? ¿Y epilepsia?

¿Qué objetivos persigue y qué novedades presenta?

Nuestro cuerpo sufre cambios cuando está estresado, y lo mismo ocurre con las ondas que emite nuestro cerebro. *Mindzilla* recoge estas ondas cerebrales y, mediante *neurofeedback*, trata de ayudar a las personas a reducir este estrés y a controlar su progreso, mejorando su salud. El proyecto, en el que trabajo junto a Gerardo Gálvez, se encuentra en fase de prototipo experimental. Es-

“¿Cómo puede ser que seamos capaces de mandar cohetes al espacio y no sepamos aún cómo funciona una masa de apenas 2 kg?”

peramos que pronto sea una realidad. Como dijo nuestro premio Nobel en Medicina Santiago Ramón y Cajal: *“Todo hombre puede ser si se lo propone escultor de su propio cerebro”*. Ojalá en poco tiempo podamos utilizar *Mindzilla* como una herramienta más hacia este fin.

Otro de sus proyectos es Hermes. ¿En qué consiste?

Es una herramienta que permite cuantificar la conectividad funcional entre distintas áreas del cerebro. Muchos trastornos cerebrales presentan alteraciones en la conectividad



cerebral. Estas alteraciones pueden ser tanto anatómicas como funcionales, por ejemplo, después de una lesión por traumatismo cerebral, o como ocurre en enfermedades como el Alzheimer, el Parkinson, la esquizofrenia, la epilepsia o la depresión. Esta herramienta permite analizar la conectividad dinámica del cerebro a partir de datos neurofisiológicos (a partir de distintas técnicas, como MEG, EEG o resonancia magnética funcional). Supone un gran avance para la comunidad científica en el estudio de la dinámica cerebral.

¿Qué dificultades encuentra un joven investigador en nuestro país?

Es una profesión muy vocacional, con mucha incertidumbre e inestabilidad. Hace falta, en general, una apuesta más firme y un mayor apoyo a la investigación en España. En los últimos años, es cada vez más evidente que apostar por la investigación es pensar en el futuro. En España hay grupos de investigación de muy alto nivel, y estoy convencida de que las condiciones en las que trabajan los investigadores irán mejorando. En nuestro país hay mu-

cho talento, y debemos apostar por él. Estos años estoy en el extranjero voluntariamente, ya que es un aprendizaje necesario y valioso en mi especialización profesional. Pero en España también hay muy buenas oportunidades. Durante mi fase de doctorado en Madrid tuve el

Teniendo en cuenta su experiencia en algunos de los centros extranjeros más prestigiosos, ¿cómo valora la formación de los ingenieros españoles?

Muy buena, los ingenieros españoles son muy valorados internacionalmente. En Norteamérica se percibe que la gente aprecia mucho sus universidades, se sienten orgullosos, se identifican con ellas, llevan su logo en sus prendas de vestir y hasta compran su *merchandising*. Aquí también tenemos universidades muy buenas, que además tienen el mérito de ser públicas, y recogen una mezcla de alumnos y talentos. Sólo nos falta, quizá, saber publicitarnos un poco mejor. Son universidades de donde se sale muy bien preparado, con alta capacidad de trabajo y muchas ganas de aprender.

¿Qué consejos daría a los estudiantes de la UPM?

Que estudien mucho y profundicen

“Todos nacemos investigando y, en cierta medida, nunca dejamos de hacerlo”

tanto como deseen en los campos que más les apasionen, no sólo en los que el programa de estudios les marque. También que no dejen de practicar sus hobbies. Son carreras muy técnicas y necesitamos equilibrar, ya sea por vía física o artística, el pensamiento lógico y racional, mediante actividades que nos proporcionen estímulos y mantengan viva nuestra creatividad y nuestro espíritu de superación. Ya sea a través de la belleza del arte, el baile, el deporte o cualquier cosa que nos guste y nos permita soñar. Por último, que no desistan ni se desanimen ante las dificultades. Cuando terminen y miren atrás, se darán cuenta de que ha sido un trayecto que ha merecido la dedicación.

¿Hacia dónde quiere encaminar su futura profesional?

Mi sueño sería volver a España y formar mi propio laboratorio donde poner en práctica todas las cosas que he aprendido en estos años, guiar a nuevos investigadores y contribuir a entender el cerebro un poco mejor... Y quizá, algún día, al *hombre mismo*.

OTRAS NOTICIAS

INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

SEPTIEMBRE

- Hacia el control del caos cuántico
- Una aplicación web enseña historia a los niños con el callejero
- Cebollas con más zinc contra la malnutrición mineral
- Ejercicio para prevenir la aparición de la diabetes mellitus gestacional
- Cómo predecir el suministro de maíz, patata y cacahuete
- El reto de reducir la emisión de gases de efecto invernadero

OCTUBRE

- Exoesqueletos de crustáceos e insectos para crear biofertilizante
- Un puente seguro y estable para el

tráfico de Cádiz

- Cómo convertir el papel celofán en conector óptico
- La respuesta emocional ante una cerveza con y sin envase
- Cómo ha evolucionado el diseño microestructural de la seda de araña
- Un nuevo hito para la cámara infrarroja de tecnología espacial 'made in Spain'
- Mejoran el análisis del impacto ambiental de proyectos mineros
- El mecanismo de las plantas que permite su crecimiento continuado
- Fabricación a menor temperatura de asfalto con caucho
- Prevención de trastornos mentales a través de la actividad física

NOVIEMBRE

- ¿Es posible un uso más sostenible del agua en el cultivo de arroz?
- Cultivos urbanos y salud humana
- La profesora Carmen Sancho, premio de investigación Enrique Alcaraz
- ¿Qué determina el precio de los niscalos?
- Una tesis de la UPM, galardonada por la Real Academia de Doctores de España
- El fomento de la bicicleta requiere más que vías ciclistas
- La termografía infrarroja, una ayuda al diagnóstico en traumatología
- Estudio del efecto de explosiones cercanas sobre elementos estructurales

Julián Rodríguez Villamizar, titulado por la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía

Tecnología espacial para encontrar petróleo

La energía que proviene de restos fósiles, generalmente petróleo y gas natural, es la más usada en la actualidad y constituye, además, uno de los indicadores económicos de mayor importancia.

Hoy, la búsqueda de hidrocarburos requiere conocimientos de geografía, geología y geofísica. El procedimiento habitual consiste en seleccionar una zona de interés, donde se llevan a cabo diferentes prospecciones geofísicas y se realizan mediciones para evaluar de forma precisa las formaciones del subsuelo. Algunos de los métodos más utilizados son los estudios sísmicos, gravimétricos, fotogramétricos aéreos o eléctricos.

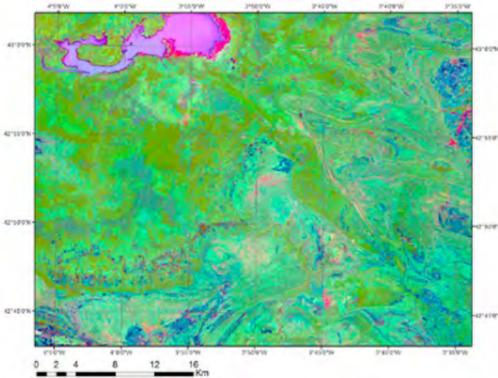
"Al evaluar esta situación y la forma en la que se buscan, extraen y se explotan los hidrocarburos, podemos plantear el problema de cómo se pueden optimizar y mejorar dichos procesos", dice Julián Rodríguez Villamizar, titulado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía de la UPM.

En este contexto se enmarca su Trabajo Fin de Grado, donde plantea la búsqueda de hidrocarburos mediante imágenes capturadas por satélites. Desde sus inicios, describe Julián, la tecnología espacial ha supuesto una fuente de información "cuasi inagotable" de la Tierra. Gracias a la cantidad de información y a las mejoras en cuanto a resolución espacial, espectral y radiométrica, así como de almacenamiento y gestión de los datos geoespaciales, se han podido explotar más dichas herramientas para responder a las necesidades de la sociedad.

Fotografías de satélite para localizar hidrocarburos

Inicialmente, el proyecto de Julián no buscaba ese objetivo, sino que versaba sobre espectroscopia de masas, analizando la respuesta espectral de un hidrocarburo en concreto, el crudo pesado. Tras valorarlo, teniendo en cuenta las técnicas que estudió a lo largo de la carrera, decidió abordarlo desde una perspectiva más "geomática".

El enfoque consistió entonces en proponer una prospección geofísica, utilizando como magnitud física la energía electromagnética. "Dado que el número de variables que intervienen en dicho proceso es considerable y los resultados que se podían obtener suponían una



Análisis de la zona de interés (Paramera de la Lora) mediante componentes principales. Aplicación del método indirecto.



viabilidad económica nada despreciable, decidí seguir esa línea", indica el investigador.

El proyecto pretende resolver el problema de la búsqueda de hidrocarburos, evaluando el impacto de una reserva de petróleo en el entorno inmediato a la misma. La presencia del petróleo genera una alteración química del sustrato que se traduce en un cambio de propiedades geológicas y biológicas. Analizando ese contraste entre un medio "sano" y otro alterado, buscando patrones anómalos, se puede establecer una metodología para su localización, a cierto nivel de confianza, que sirva para acotar el dominio espacial de búsqueda.

Además, el proyecto presentó otros productos también válidos para las etapas de extracción y explotación, como cartografía de diversa índole, modelos digitales del terreno, coordenadas de puntos de interés, etc.

Un futuro profesional en Geomática

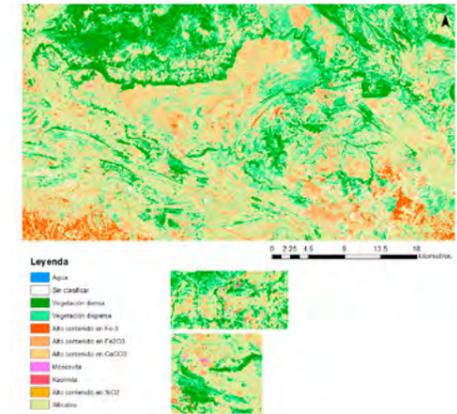
Julián Camilo Rodríguez Villamizar accedió a la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía en 2010, siguiendo una vocación que surgió años antes. "Desde muy temprana edad destacué por resolver problemas prácticos", recuerda. La Universidad le acogió de una forma "excepcional", admite, y "recuerdo con mucho cariño al Departamento de Matemáticas, así como a algunos profesores de Geodesia, entre otros".

Su Trabajo Fin de Grado lo desarrolló bajo la supervisión de los

profesores Antonio Vázquez, en el área de geología y análisis del terreno, e Íñigo Molina, en cuanto a los sensores remotos.

Lo que propone, en conclusión, es aplicar una nueva metodología para la búsqueda de hidrocarburos, que se puede realizar de forma directa o indirecta. "Los beneficios económicos de mi proyecto se encuentran en el análisis de amplias extensiones de terreno con un reconocimiento en campo acotado", explica. El trabajo abre, también, un campo nuevo de posibilidades, ya que el objeto, en este caso los hidrocarburos, se puede cambiar por otro, cobre por ejemplo, o incluso vegetación con algún tipo de patología.

El reconocimiento y valoración que recibió por su trabajo fueron "cruciales" para decidir qué quería hacer en el futuro. "Presenté varias solicitudes para realizar estudios de posgrado, y las respuestas fueron en su mayoría positivas. Finalmente, me decanté por el MSc ESPACE, impartido por la Universidad Técnica de Múnich, que acabo de comenzar".



Composición de cartografía mediante lógica booleana (árbol de decisiones). Diferenciación de minerales y materiales que componen la escena.

El MIT distingue a titulados UPM como jóvenes innovadores



Tres doctores en imagen biomédica por la UPM, José Luis Rubio, Miguel Luengo y Carlos Castro, han sido distinguidos como "innovadores menores de 35" años por la edición española de MIT Technology Review. Se trata de un reconocimiento que realiza anualmente la publicación, para impulsar los proyectos tecnológicos de 10 jóvenes talentos del país que se enfrentan a "importantes problemas de manera transformadora".

Los tres innovadores recibieron su formación inicial en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPM. Tras graduarse, emprendieron sus estudios de doctorado dentro del grupo de investigación en Tecnologías de Imágenes Biomédicas (BIT), liderado por el catedrático Andrés Santos, quien dirigió, junto a la profesora María Jesús Ledesma, sus tesis doctorales.

Malaria Spot es un videojuego ideado por

Miguel Luengo, doctorado en 2009. Gracias a la inteligencia colectiva, permite diagnosticar remotamente patologías como la malaria al combinar los clics que varios jugadores no expertos realizan sobre imágenes de microscopía que se les muestran.

José Luis Rubio, que leyó su tesis en 2012, es socio cofundador de MedLumics, una empresa emergente (start-up) ubicada en Madrid, que está desarrollando tecnología fotónica para la miniaturización de sistemas ópticos con aplicaciones en cardiología y en dermatología. Ya disponen de un producto para la ayuda al diagnóstico de patologías cancerígenas en la piel sin necesidad de realizar una biopsia.

Doctorado en 2013, Carlos Castro se encuentra actualmente trabajando en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, en EEUU). Allí es responsable de Leuko, un proyecto que persigue la creación de un dispositivo óptico

que permite la monitorización del sistema inmune para optimizar el tratamiento en pacientes de quimioterapia.

La lista de innovadores españoles elaborada por MIT Technology Review incluye también a Roberto Gómez, que estudió ingeniería informática en la UPM antes de centrarse en el desarrollo de su propia idea tecnológica. Se trata de una plataforma denominada Inevio, un escritorio virtual que permite acceder a todos los programas desde cualquier lugar y dispositivo.

Además, una estudiante de doctorado de la UPM figura en la selección de jóvenes innovadores correspondiente a Centroamérica que ha realizado la misma publicación. Es la guatemalteca Marie André Destarac, que está cursando un doctorado en automática y robótica centrado en crear un exoesqueleto que ayude a pacientes con lesiones en el hombro y el codo.

OTRAS NOTICIAS

ESTUDIANTES

SEPTIEMBRE

- IBM Watson, ya en las aulas españolas de la mano de la UPM
- Laboratorios de prácticas en 3D de la UPM

OCTUBRE

- Un software creado por estudiantes de la UPM, en el Airbus BizLab
- Hacia la enseñanza bilingüe en la UPM
- Foro de Empleo 3U, una oportunidad de trabajo
- Los atletas de la UPM copan los primeros puestos del Cross Trofeo Rector

NOVIEMBRE

- Primera promoción de Graduados en Ingeniería Biomédica en la ETSIT-UPM
- Ganadores de los premios Jóvenes talentos Aula FM - CLARO SOL



Miguel Frago, ingeniero industrial por la UPM y director de ingeniería de Lotus

“La industria del automóvil representa un auténtico motor de desarrollo industrial y social”

La vocación por la ingeniería le viene de familia. De niño, acompañaba con frecuencia a su padre, que trabajaba en la industria aeronáutica y desempeñaba responsabilidades en el sector aéreo de defensa, a la base de Cuatro Vientos, una experiencia que “despertó en mí un interés y fascinación por la tecnología que no me han abandonado desde entonces”, relata Miguel Frago. Y a ella ha dedicado su vida profesional.

Formado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM, ha estado siempre vinculado a la industria del automóvil, desde sus inicios en General Motors hasta el momento actual, en el que es director de ingeniería de la compañía Lotus. Por su carrera en Reino Unido ha recibido la Orden del Imperio Británico.

Nacido en Madrid en 1956, Miguel Frago recuerda como una etapa “magnífica” su paso en la Escuela de Industriales. No olvida “el rigor teórico y selectividad natural de los primeros años, donde no solamente aprendías materias básicas y ejercitabas tu capacidad intelectual, sino que también reafirmabas los valores de la perseverancia y el trabajo en equipo”. Tampoco su proyecto fin de carrera, que realizó en la Cátedra de Electrónica bajo la supervisión de los profesores Aldana y Ferrero, “que sin duda jugó un papel importantísimo en mi formación no sólo técnica e intelectual, sino estableciendo además una primera experiencia profesional clave en todo lo que vendría después”, afirma.

Completó su formación cursando estudios de ingeniería en la Universidad de Glasgow (Escocia), y el Máster en Administración de Empresas, Economía y Finanzas en la Universidad de Chicago (EEUU). Su trayectoria profesional comenzó en General Motors, en las fábricas de componentes

de dirección y suspensión de Puerto Real, en Cádiz. Después de finalizar sus estudios en EEUU, fue director adjunto en las áreas de finanzas y estrategia de producto en las oficinas de General Motors en Zúrich, así como director de plataforma con la compañía Isuzu, en Japón.

Posteriormente, llegaría el nombramiento de director de ingeniería de Vauxhall en Reino Unido, para después tomar la responsabilidad de consejero delegado del centro técnico de pruebas *Millbrook Proving Ground*, hasta ser nombrado miembro del consejo de dirección de General Motors, en el Reino Unido.

Ha pertenecido al “*Automotive Council*”, organismo del Ministerio de Industria Británico, cuya misión es el fomento y cooperación estatal e inter empresarial para el desarrollo de la industria del automóvil del Reino Unido. También ha sido miembro del consejo de dirección del organismo de desarrollo industrial para el sureste de Inglaterra (SEMLEP).

En la actualidad, es director de ingeniería de la compañía de automóviles deportivos Lotus Plc. Como tal, es responsable de todos los equipos técnicos encargados del diseño y desarrollo de los sistemas que componen el vehículo. “Aunque el número de empleados de nuestra compañía (1.200) es muy inferior al de los grandes fabricantes, el nivel de complejidad técnica es similar”, explica Frago. En su equipo de ingenieros hay miembros de prácticamente toda la Unión Europea y otros continentes. Guardan estrechas relaciones con escuelas de ingeniería de Reino Unido como el *Imperial College* y *Cambridge University*, con las que tienen programas conjuntos y de fin de carrera, relación que quiere extender a la UPM.

Además de colegiado y “*Fellow*” del Instituto de Ingenieros Mecánicos

(FIMechE), ha sido investido con la Orden del Imperio Británico por sus servicios a la industria del automóvil en el Reino Unido, un “gran honor, en gran parte atribuible y merecido por numerosos profesionales y colaboradores que han favorecido mi desempeño profesional durante toda mi carrera, particularmente durante las dos últimas décadas”, indica. El galardón, entregado por el príncipe Carlos de Inglaterra, le ha hecho consciente “de la importancia de trabajar formando equipos en los que prevalezca un clima de entusiasmo y dedicación, que permitan afrontar los retos más complicados”.

Vinculado desde sus inicios al sector de la automoción, ¿cómo surgió su interés por este campo?

Desde muy joven tuve fascinación y pasión totales por todo lo que estuviese relacionado con aviones, automóviles y motores. Recuerdo mi suscripción a la revista “Autopista”, o cuando compré en la calle de los Libreros el “Manual de Automóviles de Arias Paz”, que todavía conservo en mi biblioteca. También las tardes con un gran amigo en el piso de sus padres desmontando un motor de 2 tiempos e intentando arrancarlo encima de la mesa del comedor de su casa... Pero a principios de los 80, cuando General Motors decidió llevar a cabo el plan de inversión en España en las fábricas de Zaragoza, Logroño y Puerto Real, fui seleccionado a través de unas entrevistas organizadas por el INEM para incorporarme al equipo de ingeniería responsable de las direcciones de cremallera y de los palieres con juntas homocinéticas. Ahí empezó todo. Fueron aquellos unos años magníficos donde reafirmé mi vocación y, a raíz de un programa de entrenamiento en EEUU., comenzó mi carrera global.

Su profesión le ha llevado a Zúrich, Japón o Reino Unido. En la actualidad, ¿es un hecho que los nuevos ingenieros se incorporarán a un mundo global y sin fronteras?

El mundo hoy día no tiene fronteras en cuanto a técnica y fabricación, y

aquel que todavía crea lo contrario estará en clara desventaja. Todos tenemos mucho que aprender, no sólo en cuanto a ciencia y tecnología, sino también respecto a valores culturales. Recuerdo perfectamente la magnífica experiencia durante los años que trabajé en Japón: valores como la conciencia colectiva, autocrítica y trabajo en equipo, por citar tres de los más importantes, me ofrecieron una perspectiva que, hasta entonces, sólo poseía parcialmente. Este imperativo de cruzar fronteras beneficia a todos: no sólo en España tenemos que ganar al abrirnos a una perspectiva global. En España tenemos unos valores culturales evidentes para los de fuera: creatividad, flexibilidad y capacidad y entrega incondicional, que en muchas ocasiones he echado en falta durante mi trayectoria profesional.

Ha ocupado diversos puestos de responsabilidad, pero cabe destacar su etapa en el centro técnico de pruebas Millbrook Proving Ground. ¿Qué tipo de trabajos se realizan allí?

Este centro fue establecido por General Motors para apoyar sus actividades de ingeniería europeas. Se concibió como una copia en menor escala del centro de pruebas de Milford, Michigan-USA (el mayor del mundo), donde se realizan todo tipo imaginable de pruebas dentro de la tecnología automotriz. Millbrook tiene más de 50 km de pistas de prueba internas, donde se pueden replicar todas las condiciones a las que un vehículo estará expuesto durante su fase activa, a excepción de las pruebas climáticas de baja temperatura, que se realizan en otros centros al norte de Suecia. Estas instalaciones permiten realizar numerosos ensayos, incluyendo bancos de motores, pruebas de combustible, emisiones, seguridad activa y pasiva, cámaras climáticas e innumerables bancos específicos de pruebas para automóviles completos o componentes aislados. Se ensayan todo tipo de vehículos, motocicletas, vehículos especiales, y también se realizan ensayos dentro del ámbito de Defensa, Energético e Infraestructura de Transportes.

¿Qué peso tienen la investigación y la innovación en el mundo del motor?

El mundo del motor es fascinante y aglutina infinidad de tecnologías. Hubo una época en la que el automóvil era considerado como ente puramente mecánico. Hoy en día, sin embargo, es igualmente importante el acceso a las tecnologías electrónica y química (por citar dos de importancia) a la hora de desarrollar y realizar proyectos de automoción. El mundo del motor ofrece interminables posibilidades dentro del campo de la investigación, y es de destacar, afortunadamente, que este proceso de investigación está bastante fragmentado. Es principalmente a nivel de proveedores de componentes y sistemas donde se realiza gran parte de la investigación, y son compañías como Bosch dentro del tema de control activo de tracción/frenado, o Continental en el tema de seguridad, las que llevan a cabo una tarea fundamental de investigación para sacar adelante sistemas cada vez más potentes y versátiles. Los grandes constructores también llevan a cabo su correspondiente tarea, aunque su misión principal es la de integrar todas las tecnologías desarrolladas por proveedores.

¿Cuál es el mayor reto al que se enfrenta la industria del motor?

No es uno sólo, sino muchos. En mi opinión, quizá los tres más importantes son el energético, el de infraestructura y el económico. Se habla más del primero por la reserva limitada de combustibles fósiles y el advenimiento de sistemas de propulsión alternativos, que han propiciado el desarrollo de la propulsión eléctrica, ya sea mediante el almacenamiento de energía en baterías de alto rendimiento (*lithium-ion*), o en pilas de combustible (hidrógeno). Esta evolución es inevitable, aunque pienso que será todavía gradual en función de la evolución respectiva de





costes y eficiencia. Ya se pueden ver en el mercado vehículos como los Tesla, equipados con baterías que proporcionan cerca de 500 km de autonomía, así como modelos más evolutivos como los Toyota, BMW o Chevrolet con sistemas de propulsión híbridos (*range extender*). En estos vehículos no hay compromiso en el nivel de prestaciones, pues sus características de par de motor permiten un mayor nivel de aceleración a igualdad de potencia. En resumen: el coche eléctrico ya es una realidad, y su popularidad dependerá por una parte de la evolución relativa de costes en comparación al motor de combustión interna y, por otra, del nivel de desarrollo de la infraestructura de recarga eléctrica. Sin duda, en un futuro no muy distante, el vehículo eléctrico tomará las riendas en el transporte terrestre, dejando el papel del combustible fósil (o equivalentes sintéticos) reservado para aplicaciones específicas, como las turbinas de reacción.

El mundo del motor se enfrenta, además, a otros dos retos importantes: el de la infraestructura y el económico. La disparidad entre el crecimiento del parque de vehículos y el desarrollo de la infraestructura viaria representa un reto no sólo para el transporte urbano, sino también para el de cercanías. Esta situación está propiciando el desarrollo de tecnologías dentro de la telecomunicación, como pueden ser la conectividad y telemática entre vehículo e infraestructura y entre vehículo-vehículo. El rápido desarrollo de estas tecnologías es importantísimo para permitir una eficaz utilización de la red de carreteras, y así evitar problemas de congestión de tráfico. Este es un tema en el que la administración central tiene que desempeñar un papel básico de planificación estratégica y coordinación.

Finalmente, el reto económico es muy relevante para países con tradición de fabricación automovilística, y cuyo futuro se ha puesto en cuestión con la aparición de fabricantes de países asiáticos con elevada productividad y bajos niveles de coste (China, Corea). Mantener una industria nacional de automóviles es un factor importante de continuidad dentro de una política de fomento tecnológico. No es sólo el papel del fabricante de automóviles y los puestos de empleo que se generan, sino también el sector de proveedores con la consiguiente actividad de investigación y desarrollo, así como la actividad que ambos generan dentro del campo de servicios generales. En resumen: la industria del motor representa un auténtico "motor" de desarrollo industrial de primera categoría, para la cual un inteligente diálogo entre los sectores privados y públicos juega un papel vital a la hora de formular una eficaz política de fomento nacional.

¿Qué características tiene la Ingeniería que se desarrolla en compañías de motor de alto nivel?

Los motores deportivos de alto nivel con los que trabajamos son en gran parte derivados de bloques convencionales, muy eficaces sin embargo. Bajo este contexto, hay tres cuestiones fundamentales a abordar en un motor de alto nivel: primero, la sobrealimentación, ya sea mediante la aplicación de turbos o sobre compresores; en segundo lugar, el calibrado y la programación de la unidad de control, que nos permite apurar de un modo "inteligente" el ciclo termodinámico propio del proceso de combustión interna, consiguiendo selectivos niveles de potencia y par en diferentes situaciones. Y en tercer lugar, la gestión térmica. Esta última y la capacidad de lubricación interna son las que normalmente ponen techo a las prestaciones máximas alcanzables. Otras cuestiones de gran relevancia son los materiales y la aerodinámica, debido a la importancia que juegan en el peso y la rigidez de la estructura del vehículo, y por otra parte, al papel vital que juegan la resistencia y presión aerodinámicas (*downforce*). No debemos olvidar el desarrollo y características dinámicas del vehículo, donde Lotus en concreto tiene una experiencia y renombre mundiales.

Las compañías de vehículos deportivos barajan volúmenes de ventas muy inferiores a los de los grandes fabricantes. Compañías como Lotus, Aston Martin, Ferrari o McLaren se mueven dentro volúmenes de producción de pocos miles de unidades, por debajo de los 10.000 vehículos al año. Estas cifras condicionan el tamaño y acceso a recursos de compañías de menor tamaño, como Lotus. Por una parte, en un equipo de ingeniería como el nuestro, hablamos de cientos, mientras que grandes fabricantes hablan de decenas de miles. Por tanto, nuestros ingenieros tienen que ser más versátiles por necesidad, y con un mayor componente práctico. Así mismo, las relaciones técnicas con proveedores juegan un papel vital a la hora de desarrollar aplicaciones concretas. También son importantes las alianzas con grandes fabricantes, como en nuestro caso con Toyota (Japón) y Proton (Malasia), con quienes se acuerdan compromisos de acceso a componentes específicos.

¿Qué diferencias existen entre el trabajo de ingeniería para una compañía como General Motors y otra como Lotus, dedicada a los automóviles deportivos?

En el plano de la organización, el menor tamaño propicia una dinámica y política de producto, así como un proceso de toma de decisiones, mucho más ágiles y rápidos. Estamos a mitad de camino entre los procesos que vemos en grandes fabricantes y los que vemos en ingeniería de automóviles de competición, como la F1, en la que los vehículos pueden experimentar cambios substanciales entre carrera y carrera.

En el plano de la organización, el menor tamaño propicia una dinámica y política de producto, así como un proceso de toma de decisiones, mucho más ágiles y rápidos. Estamos a mitad de camino entre los procesos que vemos en grandes fabricantes y los que vemos en ingeniería de automóviles de competición, como la F1, en la que los vehículos pueden experimentar cambios substanciales entre carrera y carrera.

¿Cómo llega un español a dirigir una compañía internacional del renombre de Lotus?

La respuesta es sencilla: una vez que se entra a desempeñar una responsabilidad profesional dentro de un marco global, los orígenes y nacionalidades dejan de ser relevantes dentro de las decisiones de estrategia de recursos humanos. Mi origen español es un atributo personal del cual tengo mayor orgullo; como profesional, sin embargo, no tiene prácticamente ninguna relevancia. La clave a esta pregunta la encontramos en

mi trayectoria profesional, que siempre la he desarrollado sin fronteras y sin ninguna restricción de movilidad de puesto de trabajo. Hay un factor que nunca debemos olvidar, y es el del entendimiento y adaptación a diferentes culturas: los estilos de gestión y dirección, así como la cultura y valores, tienen matices que hay que comprender y aplicar para poder desenvolverse de un modo eficaz.

Como antiguo alumno de la UPM y con su experiencia internacional, ¿cómo valora la formación de los ingenieros españoles?

Tengo gran orgullo de haber cursado estudios en la UPM. El sistema educativo y el currículo de la Politécnica en España (en cierto modo similar al de las Grandes Escuelas Politécnicas Francesas) ponen énfasis en el desarrollo estricto de una base teórica durante los dos primeros años. Esto proporciona una gran ventaja si lo comparamos con el sistema anglosajón, que da mayor importancia desde el principio al matiz práctico. En mi opinión, esta fuerte base teórica inicial proporciona un marco intelectual determinante en el tipo de metodologías que se aplican durante un posterior desempeño profesional, y dan gran valor y calidad al "producto" de un ingeniero.

El próximo curso, la UPM iniciará una nueva oferta de dobles títulos que combinan los estudios de ADE con las ingenierías y arquitectura. En su caso, que cuenta con ambas formaciones, ¿cómo valora esta iniciativa?

Sin duda alguna es una iniciativa estupenda, cuya utilidad está plenamente comprobada en otras universidades extranjeras, en particular las del sistema anglosajón. Los títulos combinados otorgan un grado de especialización que contribuye a crear profesionales más eficaces, y permiten a la industria poder identificar individuos con una clara vocación. Insisto en el concepto e importancia de la vocación, pues sólo cuando existe este sentimiento es posible salir adelante a pesar de reveses y dificultades que, sin lugar a duda, todos tenemos que afrontar en muchos momentos de nuestra carrera. Entrar en materia de administración de empresas es muy útil a la hora de afrontar retos como la gestión, dirección técnica o dirección general, y esto es bien sabido y practicado en España ya desde hace años, en donde tenemos instituciones de renombre mundial como el Instituto de Empresa o IESE. Yo tuve ocasión de realizar estudios de Economía y Finanzas en EE.UU., y ello me abrió perspectivas impensables para mí en aquel entonces. Sin embargo, es de igual o quizá incluso mayor importancia

ofrecer al estudiante de ingeniería la posibilidad de combinar estudios con otras disciplinas que a día de hoy tienen indudable relevancia, como los sectores medioambientales, de sanidad (Bioingeniería), y de urbanismo (Ciudades del Futuro), por citar algunos. Creo que se debería permitir al alumno ampliar estudios, por ejemplo durante un año adicional, y de este modo permitirle ganar una titulación, citando los anteriores casos, en Ingeniería Energética y Urbanismo, o en Ingeniería Electrónica y Fisiología, por poner dos ejemplos. Para mí está claro que estos títulos combinados tendrían que ser resultado de la cooperación entre Escuelas de la Politécnica y otras Facultades, todo ello dentro de un marco descentralizado, tutorial y de coordinación básica entre organismos universitarios.

Si tuviera que dar un consejo a los nuevos estudiantes, ¿cuál sería?

Los años de formación universitaria son irrepetibles y determinan, tanto tu propia trayectoria profesional, como en gran parte también la personal. El mejor consejo que puedo dar es el de aprovechar estos años al máximo, y establecer relaciones con compañeros, alumnos y también con el profesorado. En un ambiente cada vez más global donde hay infinidad de generalistas, también creo que es fundamental especializarse en los primeros años de desempeño profesional. Cada vez se valora más a las personas que poseen un conocimiento profundo dentro de cualquiera que sea la especialidad: hacerse generalista es bastante más sencillo que ser un especialista. En cuanto a trabajar en España o en el extranjero, lo pondría en segundo plano. Hay que aprovechar oportunidades profesionales independientemente del lugar de trabajo. Obsesionarse con salir al extranjero puede llegar a ser muy contraproducente si no hay afinidad profesional.

En España y otros países europeos vivimos una crisis de vocaciones tecnológicas. ¿Cómo animaría a los estudiantes de secundaria para que estudien Ingeniería?

Es una pregunta difícil. Animar a alguien es una tarea complicada. La verdadera elección vocacional se hace por convencimiento propio, y no porque nadie te anime. Ese convencimiento viene normalmente cuando el estudiante de secundaria observa figuras que representan un referente como persona y como profesional, que puedan crear sentimientos de interés e incluso admiración. Sólo puedo comentar a los estudiantes de la UPM lo atractiva que es la

tecnología de automoción: el automóvil ha evolucionado tremendamente desde sus inicios a finales del XIX y aglutina una enorme cantidad de tecnologías y disciplinas, además de ser un verdadero "motor" de desarrollo industrial y social. Independientemente de evoluciones que podríamos tachar de genéricas, como pueden ser los vehículos de transporte urbanos o los vehículos autónomos, el automóvil representa mucho más que un medio de transporte o una herramienta de trabajo. El automóvil ha sido, es, y en mi opinión seguirá siendo siempre, un "objeto de deseo" que en muchas ocasiones nos proyecta como personas, y con el que compartimos nuestras vidas e incluso soñamos.



Ingeniero de Edificación por la UPM, José Antonio Alcobendas es fundador y CEO de *iEnergy*

Herramientas virtuales para la rehabilitación energética

¿Cómo ahorrar energía en el hogar? Para dar respuestas, José Antonio Alcobendas fundó hace tres años *iEnergy*, una consultora energética de base tecnológica cuyo objetivo es interconectar a todos los agentes que intervienen en el proceso de rehabilitación de un edificio.

La génesis del proyecto está cuando cursaba el Máster en Gestión de la Edificación en la UPM. Después más de veinte años de trayectoria profesional en Ferrovial, Agromán y el Grupo ACS, la crisis económica, que afectó gravemente la ejecución de obra nueva, provocó que la constructora en la que trabajaba suspendiera pagos.

Perder el trabajo significó un punto de inflexión en su carrera profesional. "Decidí volver a mi antigua Escuela, por mi vinculación a ella y el reconocido prestigio que tiene en el sector", afirma. Así, sumó a su título de Arquitecto Técnico los de Ingeniero de Edificación, Máster en Gestión de la Edificación y Máster en Innovación Tecnológica de la Edificación por la Escuela Técnica Superior de Edificación de la UPM.

Ha trabajado en grandes empresas como Ferrovial, Agromán y Grupo ACS. ¿Puede explicar brevemente en qué consistió su formación en estas empresas?

Siempre he pensado que los cinco primeros años de trabajo definen la hoja de ruta del resto de tu vida laboral. En mi caso, tuve la oportunidad de trabajar en grandes compañías, lo que me permitió formarme como un profesional multidisciplinar en materias como la gestión de equipos, comunicación, liderazgo, negociación o el control económico y plazo de la obra. Me especialicé en obra singular y, entre otras, participé en la ejecución de 49 viviendas bioclimáticas en San Fermín (Madrid) financiadas por la Comunidad Europea, donde implementamos nuevas soluciones técnicas dirigidas a la mejora energética de viviendas. Estas innovadoras soluciones fueron testadas por el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), para valorar su inclusión en el Código Técnico de la Edificación.

¿Cuál ha sido el mayor aprendizaje de esta etapa?

Fue una oportunidad para mí trabajar en estas firmas. Reconozco que fue duro en determinadas obras, pero trabajé con jefes experimentados con los que pude ir aprendiendo cómo hacer gestión. Si tengo que resaltar qué aprendí en estos años es que la solución a los problemas la encuentras con el uso de la lógica y que, cuando se complica la situación, hay que escoger la mejor de las peores soluciones. Asumir las consecuencias de tus decisiones es sólo cuestión de tiempo.

¿Puede describir brevemente los orígenes y objetivos de iEnergy?

iEnergy es una consultora energética de base tecnológica constituida en abril de 2012. Surge en la Universidad Politécnica de Madrid del proyecto de investigación, desarrollo e innovación denominado "SICOM", promovido actualmente como proyecto "Invierte en Tu Hogar". La compañía está formada por un equipo multidisciplinar de ingenieros industriales, arquitectos, economistas, informáticos y diseñadores gráficos, en la que trabajamos desarrollando proyectos de innovación para la edificación eficiente y sostenible.



Nuestro objetivo es posicionarnos como una asesoría técnica de calidad, objetiva e independiente, capaz de dirigirse a todos los agentes que intervienen en el proceso de rehabilitación de un edificio y hacer de puente entre ellos, interconectarlos. Para ello es necesario adaptar el mensaje a cada receptor y, en muchas ocasiones, traducir a un lenguaje no técnico la información necesaria para que los propietarios y usuarios de inmuebles puedan tomar la mejor decisión en su proceso de rehabilitación. Este es uno de los objetivos del proyecto "Invierte en Tu Hogar" y, para conseguirlo, debe ser desarrollado e implantado a corto, medio y largo plazo. En un sector tradicional como el nuestro, la implementación de nuevas tecnologías, procesos y procedimientos necesitará llevarse a cabo de manera escalonada.

Contamos con el apoyo del Consejo General de Colegios de Administradores de Fincas de España, de la Asociación de Consumidores y Usuarios, y del IMSERSO, lo que nos permite acceder a un potencial mercado del 80% del parque inmobiliario residencial o, lo que es lo mismo, más de 600 mil comunidades de vecinos constituidas por más de 20 millones de viviendas.



¿Cómo surgió la idea de "Invierte en tu Hogar", proyecto del que nació iEnergy?

Cuando estudiaba mi primer máster tuve la idea de conectar a los agentes que intervienen en el sector de la rehabilitación ya que, aún teniendo objetivos coincidentes, realizaban acciones paralelas sin una estrategia común. Mientras daba forma a la idea, se me ocurrió la posibilidad de establecer su vinculación mediante un soporte informático que, además, permitiera generar una base de datos que pudiera ser tratada a futuro. Como el alcance del proyecto aumentaba, solicité colaboración a algunos de mis compañeros. Nos reuníamos semanalmente en el aula de investigación de la ETS de Edificación de la UPM, donde comenzamos a definir la primera de las herramientas informáticas: un simulador de viviendas dirigido a perfiles no técnicos. Por último, se fue definiendo el modelo de negocio con los fabricantes, distribuidores e instaladores que participan en el proyecto.

Uno de sus productos es iSave, un Simulador de Ahorro energético de Viviendas y Edificios. ¿Qué objetivos y ventajas ofrece?

El proyecto "Invierte en tu Hogar", que se soporta en el Simulador De Ahorro de Viviendas y Edificios *iSave*, es una plataforma desarrollada para el uso de perfiles no técnicos, con un entorno gráfico es sencillo y amigable. Permite a un propietario de inmuebles conocer el estado energético de su hogar en menos de 5 minutos, y ofrece las soluciones más adecuadas para mejorarlo y conseguir ahorros. Tiene tres objetivos fundamentales: divulgar conceptos básicos de eficiencia energética, confort y accesibilidad a perfiles no técnicos; facilitar las actuaciones de mejora energética y accesibilidad en inmuebles; y generar una base de datos de inventariado de inmuebles para su posterior tratamiento.

Participó en la competición de empresas actúaupm. ¿Cómo surgió esta oportunidad y cómo valora la experiencia?

Motivado por Mercedes del Río, mi directora de tesis, presenté el proyecto "SICOM" a la edición 2012 del concurso, quedando cuarto entre las 474 ideas de negocio presentadas. En mi opinión, el programa de

formación actúaupm está a la altura de los MBA de mayor prestigio. Durante el curso se desarrollan aptitudes multidisciplinares dirigidas a potenciar tu proyecto y formarte como emprendedor. El concurso es de reconocido prestigio entre *Business Angels* y Sociedades de Capital Riesgo. Una SCR estadounidense se interesó en el proyecto y, tras una ardua negociación, se llegó a un compromiso de acuerdo el 26 de julio de 2013: *iEnergy* formaría parte del proyecto Centro de Inteligencia de la Energía (CIE), donde desarrollaríamos una plataforma capaz de generar una base de datos de inventariado de edificios en tres estados de Latinoamérica.

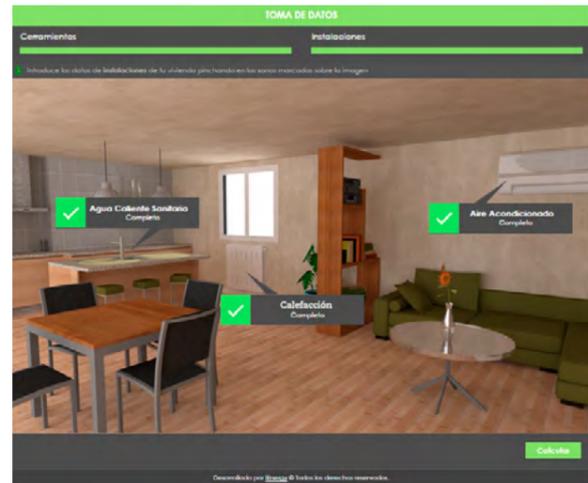
¿Siempre ha tenido interés por emprender? ¿Qué dificultades ha encontrado?

Inicialmente no me lo había planteado. Sin embargo, los resultados que obtuve durante el desarrollo de mi tesis doctoral fueron reveladores. Identifiqué una necesidad muy clara en el parque edificatorio español: la rehabilitación energética. La inercia del sector también ayudó y finalmente me llevó a

emprender. Desde sus inicios fui consciente de que el proyecto al que nos enfrentábamos era de I+D+i, y que conllevaría un esfuerzo no retribuido en trabajo e inversión económica. El apoyo recibido me estimuló para constituir, hace tres años, la sociedad *iEnergy* con el objetivo de llevar a cabo el proyecto "SICOM". Soy consciente que nada de ello hubiera sido posible sin el apoyo incondicional de grandes personas y profesionales como Mercedes del Río, directora de la ETS de Edificación, o Elisa Navarro, mi tutora en el concurso actúaupm, o por el compromiso de mis compañeros: Eduardo, María, Patricia, Vanesa, Vicente, Laia, Montse y Dani.

¿En qué otros proyectos están trabajando?

Actualmente nos encontramos en fase de consolidación de "Invierte en tu Hogar", y ya hemos conseguido el apoyo y colaboración de entidades públicas y privadas, más la financiación de 36 grandes multinacionales de reconocido prestigio. Hemos implementado el simulador de viviendas en un canal muy potente y también estamos implementando la Plataforma *iAdfin*, simulador de edificios, en los Colegios Te-



mente. La alternativa es la rehabilitación de edificación existente, pero para impulsarla se hace necesario avanzar hacia un modelo sostenible en el que nuestro sector sea uno de los motores económicos del país, como lo fue durante muchos años. En el caso de *iEnergy*, la innovación ha sido nuestro punto de partida y desde el principio hemos entendido los retos como oportunidades, lo cual nos ha llevado a invertir en proyectos de I+D+i.

¿Mantiene la compañía alguna relación con la UPM?

Sí. A través del Programa de Creación de Empresas *actúaupm* tenemos acceso a la contratación de estudiantes en periodo de prácticas, y estamos colaborando con una empresa de informática nacida en este programa. Además, hemos sido seleccionados para participar en el programa FI-WARE, como proyecto tecnológico que genera *big data* que puede ser extrapolado a estados de la Unión Europea.

¿Cómo fue la experiencia de volver a la Universidad para cursar un posgrado? ¿Animaría a otras personas a hacerlo?

Sin dudarlo. Siempre he pensado que para ser mejor profesional la formación continua es necesaria. Mi vuelta a la Universidad me dio la oportunidad de ampliar mis conocimientos en materia de eficiencia energética, confort y accesibilidad.

Como antiguo alumno de la UPM, ¿cómo valora la formación que reciben sus estudiantes? Si tuviera que dar un consejo a los nuevos estudiantes, ¿cuál sería?

Los estudiantes pueden estar orgullosos de formar parte de una de las universidades de mayor prestigio en nuestro país. Durante mi última fase he podido conocer docentes comprometidos más allá de sus obligaciones. Creo que el mejor consejo que les puedo ofrecer es que busquen cómo diferenciarse mediante la especialización y los idiomas y, si surge en ellos una idea de negocio, crean en sí mismos y trabajen para sacarla adelante. Ver cómo tu proyecto nace y se desarrolla es una de las sensaciones más satisfactorias que te aporta la vida.

ritoriales de Administradores de Fincas, que dispondrá de módulos de eficiencia energética, accesibilidad y otros que cubran las necesidades o proporcionen servicios de valor añadido al vecino. Una vez se haya consolidado el proyecto en España, contemplaremos su internacionalización, así como adaptar el Simulador de Ahorro de Viviendas y Edificios en otros países con potencial mercado en la rehabilitación energética de edificios. Por otro lado, estamos comenzando a definir un simulador dirigido a la mejora energética de edificación terciaria: hoteles, oficinas, colegios,...

¿Qué importancia otorga a la innovación dentro de su sector?

Creo que es fundamental. A lo largo de mi trayectoria profesional he podido experimentar puntos de inflexión: se construía a ritmo de medio millón de viviendas anuales y en poco tiempo el sector se derrumbó. La construcción de obra nueva es previsible que se recupere muy lenta-



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

Rápidos, Faciles 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)

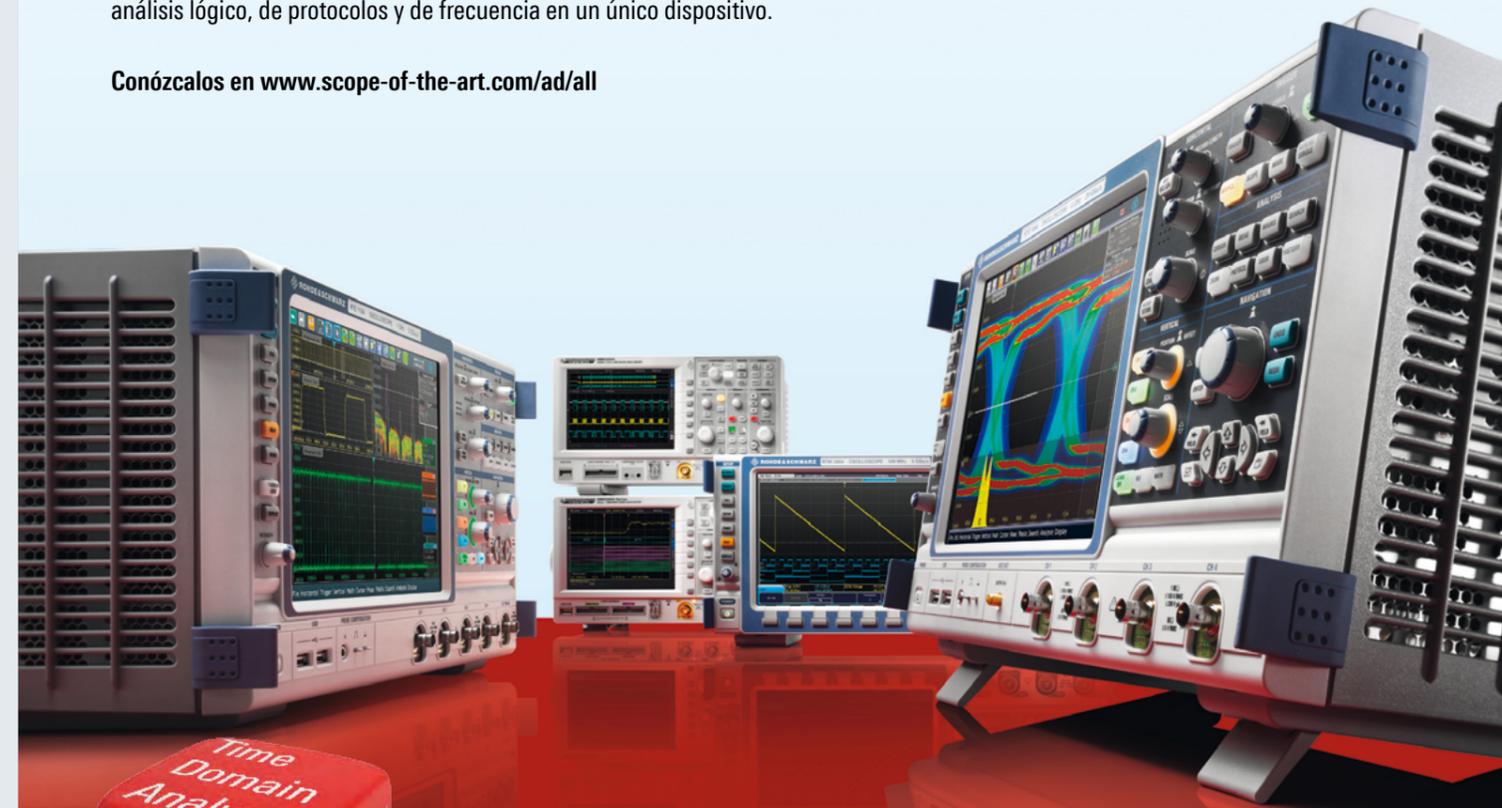
R&S®RTM: Enciéndalo y Mida. (Anchos de Banda: 350 MHz y 500 MHz)

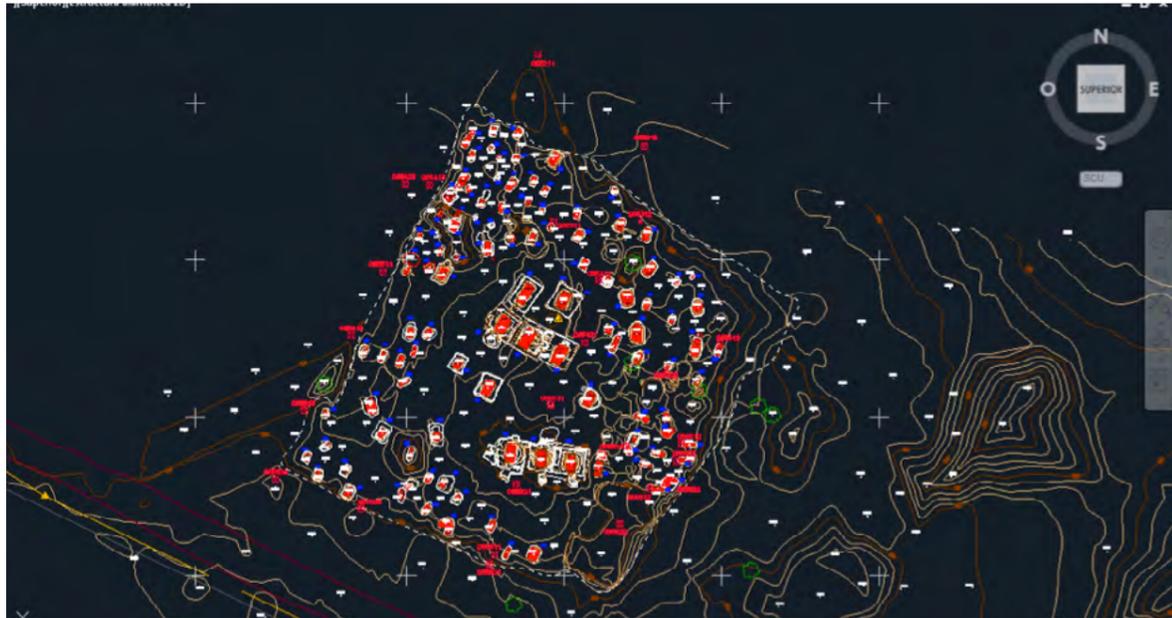
HMO3000: El osciloscopio de uso diario. (Anchos de Banda: desde 300 MHz hasta 500 MHz)

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





[La UPM imparte el Grado en Ingeniería Geomática y Topografía, una de las profesiones con más futuro según Forbes](#)

Geomática: la ingeniería de las ingenierías

Apps que localizan sitios libres para aparcar o que nos indican a qué hora pasa el autobús por una determinada parada. Navegadores que guían a nuestros coches gracias a las funciones GPS. Modelos tridimensionales de piezas arqueológicas para reconstruir antiguos patrones. O el uso de drones para analizar el comportamiento de un volcán o las características de un acueducto.

Son sólo algunos de los múltiples servicios que hoy están a nuestro alcance gracias a la Geomática. Una profesión que ha evolucionado y ampliado sus aplicaciones. "Nuestra actividad es todavía fundamental en proyectos de planeamiento urbano, en la creación de mapas o la proyección de grandes obras de ingeniería, pero en los últimos años se ha abierto mucho más el ámbito profesional de los ingenieros en geomática", explica José Manuel Benito, profesor de la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía de la UPM.

Prueba de ello es que un estudio de Forbes sitúa la ingeniería geomática y al especialista en sistemas de información geográfica y geoespacial entre las 10 profesiones menos conocidas y con más proyección de futuro. Además, se encuentran entre los profesionales más demandados: según estudios de Infojobs, Adecco y el COITT-AEIGT, los ingenieros geomáticos alcanzan un 80% de ocupación y un 20% más de salario medio.

Todo sucede en algún lugar

La Geomática es una disciplina que engloba las geociencias con la integración y aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Este término, acuñado en los años 80, define mejor la labor que realizan los profesionales relacionados con la información espacial. Su ámbito laboral ya no es únicamente el que conocíamos

hasta hace unos años, correspondiente a la captura de datos, sino que actualmente los ingenieros geomáticos recogen, gestionan, analizan y tratan la información espacial, operando en campos tan variados como la Cartografía, la Geoinformación, los Sistemas de Información Geográfica, la Geodesia, la Teledetección, el Catastro, la Topografía o la Fotogrametría, entre muchos otros.

Entre sus competencias o atribuciones profesionales siguen responsabilizándose del control geométrico de las grandes infraestructuras. Por ejemplo, un viaducto del AVE se proyectará en un estudio de arquitectura o ingeniería; pero ponerlo sobre el terreno y que su geometría responda al proyecto es responsabilidad de los graduados en Geomática. "No obstante, desde el año 2000 detectamos que, si anteriormente el 70% de nuestros egresados se dedicaba a obra civil, ahora el mayor porcentaje trabaja en Sistemas de Información Geográfica, Cartografía Digital y esos otros campos profesionales", añade el profesor Benito.

La palabra clave es geolocalización o georreferenciación. Los ingenieros en Geomática posicionan los datos y obtienen información fundamental para todos los sectores, algo vital en la era en que nos encontramos. En marzo de este año, por ejemplo, se aprobó una directiva de la Asamblea General de las Naciones Unidas que insta a todos los países del mundo al mantenimiento y conservación del marco de referencia geodésico internacional. "Lo que el gran público quiere es que al utilizar el navegador del coche, éste vaya por donde simboliza la carretera. Pero no sabe que para que todo esto funcione se necesita un marco de referencia geodésico importante, además de su mantenimiento permanente. Y eso no lo hace ningún otro profesional", explica el profesor de la UPM.

Se trata de uno de los problemas que existe hoy día a nivel nacional e internacional: la armonización de la información geográfica. El objetivo es que toda esta información esté disponible y al alcance de los ciudadanos, de una forma más fácil, abierta y sin coste. Hay empresas cuya línea de negocio es ofrecer un servicio a miles de usuarios, basado en la información geográfica. Miguel Ángel Manso, profesor de la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía, explica un caso: la aplicación que nos indica cuándo pasa el autobús por una parada necesita tener todos los autobuses geolocalizados, en tiempo real (porque se están moviendo), incorporar esa información en una cartografía en la que están todas las paradas de la ciudad, y relacionar esos datos, según la posición del autobús y la de la parada, en función de la hora o del tráfico. "Eso es geomática: relacionar en un sistema diferentes datos de distinta procedencia", afirma.

En este sentido, el desafío en el futuro está en el BigData, el manejo de los grandes volúmenes de información, unos datos que en el dominio geográfico adquieren mayor complejidad. "Estamos generando ingentes cantidades de información georreferenciada: la temperatura que está midiendo una estación meteorológica, cuánto caudal pasa por una carretera, etc. El reto está en el tratamiento de esa información, desde un punto de vista espacial, para extraer conclusiones y tomar decisiones dinámicamente", indica Miguel Ángel Manso.

Del catastro al uso de drones

Otras salidas laborales de estos profesionales se mantienen desde hace años. Entre otras competencias, son los ingenieros que crean mapas y planos digitales, y dirigen proyectos de ordenación del territorio, Catastro, Registro y Patrimonio. En la elaboración del Catastro, una importante infraestructura de información territorial, fundamental para hacer una valoración de los bienes inmuebles, intervienen los ingenieros en geomática: se encargan de la adquisición de datos, su tratamiento y difusión.

Con la última ley hipotecaria y el texto refundido de la ley del catastro inmobiliario, explica la profesora Teresa Fernández, se pretende que la información gráfica entre el catastro y el registro de la propiedad sea bidimensional, que el trasvase de esa información georreferenciada se realice a través de servicios de mapas web en línea y, además, que se realice el contraste de esa cartografía. "Esa es una labor que hacen los titulados en geomática, y abre un campo profesional amplísimo", asegura esta profesora.

Además, la profesión también ha evolucionado con la incorporación y el uso de nuevas metodologías y técnicas de alta precisión, como GNSS, LIDAR, láser, etc. "Llevamos trabajando en aplicaciones a patrimonio más de 15 años, y ahora lo que se plantea es entrar en archi-

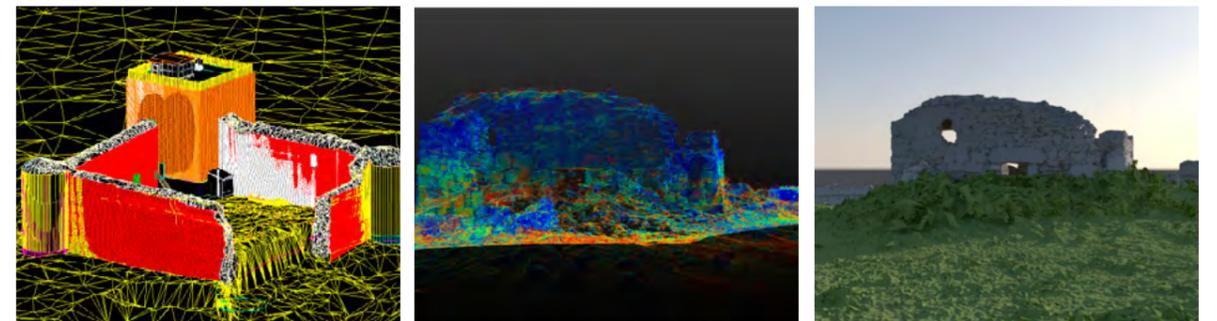
tectura", indica el profesor Rafael Guadalupe. Se trata de los Sistemas de Planificación y Gestión de Proyectos, como BIM, aplicados a arquitectura e ingeniería civil. "Nuestra potencia es la creación de modelos tridimensionales desde la captura de datos, y su aplicación en grandes obras de ingeniería que implican un gran componente de tratamiento digital de información", apunta la profesora Mercedes Farjas.

Los drones son parte de estas nuevas tecnologías. Su uso en geomática afecta a la toma de datos. "Tradicionalmente, la adquisición de datos se ha hecho desde la fotogrametría. Lo que permiten los drones es tomar esos datos en tiempo real", asegura José Juan Arranz, profesor y subdirector de la ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía. El dron es un dispositivo de vuelo autónomo capaz de posicionarse mediante GPS. Su uso en geomática permite tomar datos de un determinado objeto, desde un cultivo o una obra de infraestructura, hasta la fachada de un edificio o un volcán. Sus ventajas son la facilidad de acceso, incluso a lugares peligrosos, la adquisición de datos en tiempo real, la precisión y la reducción de costes. Por ejemplo, se usaron en el terremoto de Lorca para acceder a determinados lugares y obtener geometría precisa. "Nuestros titulados son expertos en adquirir esos datos, determinar cómo volar el dron, elegir el tipo de sensor, etc. Es necesario dotar al dron de ciertos parámetros para que el dato que obtengamos tenga utilidad, y eso lo hacen los ingenieros en geomática", subraya Arranz.

El ingeniero "de soporte"

Los ingenieros en geomática son, en definitiva, ingenieros polivalentes. "Ser capaces de manejar datos georreferenciados, crear modelos tridimensionales y escenarios digitales es lo que nos da potencial", afirma Mercedes Farjas. "Todo el mundo nos asocia con adquirir el dato, y lo hacemos de muchas maneras, con sensores, satélite, imagen, láser, etc. Pero también tratamos el dato: podemos hacer cálculo hidrológico, documentación arqueológica, el modelo BIM para edificación,... El ingeniero en geomática da soporte a prácticamente todas las ingenierías, pero también a arqueólogos, por ejemplo. No sólo representamos la Tierra, también una fachada, una vasija o cualquier otra cosa que haya que registrar", añade José Manuel Benito.

La Universidad Politécnica de Madrid es la única universidad que en la Comunidad de Madrid imparte este título innovador, que abre muchos campos profesionales en los que poder desarrollar trabajo, ideas y talento. La ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía ofrece también el segundo y tercer ciclo de esta especialidad, en un Centro que cuenta con varios grupos de investigación propios trabajando en geomática y en tecnologías geoespaciales, y que mantiene convenios con empresas y organismos públicos de referencia, como el Instituto Geográfico Nacional y el Catastro.



Investigadores del itdUPM, en colaboración con ONGAWA, estudian la relación entre actividad empresarial y desarrollo humano

Pautas para medir la huella social de las empresas

Vivimos en un mundo cambiante, dinámico y más interconectado que nunca. Y este mundo se enfrenta a unos retos sin precedentes en la historia de la Humanidad. Cambio climático, degradación ambiental, desigualdad y pobreza son algunos de ellos. Además, la población mundial se ha multiplicado por tres desde 1650, y sigue creciendo. Esto conlleva una presión cada vez mayor sobre los recursos energéticos, el agua y la tierra cultivable, y una demanda de empleo e ingresos en continuo aumento.

En este contexto, la sociedad exige a las entidades públicas y privadas que lleven a cabo políticas cada vez más sostenibles y responsables con el medio ambiente y con las personas.

La importancia del sector privado empresarial a nivel mundial es enorme. Las empresas son organizaciones que generan riqueza, crean empleo y desarrollan productos y servicios respondiendo a las demandas de la sociedad, y su "capacidad de acción e influencia hace que su contribución sea imprescindible para dar respuesta a los grandes retos globales", afirma Inmaculada Borrella, profesora en el Departamento de Ingeniería de Organización, Administración de Empresas y Estadística de la UPM, e investigadora del Centro de Innovación en Tecnología para el Desarrollo Humano (itdUPM).

Es en este Centro de la UPM, en colaboración con ONGAWA, donde se han elaborado diferentes informes que estudian la relación entre la actividad empresarial y el desarrollo humano de las comunidades locales.

Algunas compañías han comenzado ya a medir sus impactos sociales, y cada vez son más las que quieren o necesitan valorar de qué forma afecta su actividad a las sociedades de los países en los que operan. "Se trata de una tarea compleja pero cada vez más necesaria en el escenario actual, en el que los distintos grupos de interés (inversores, empleados, clientes o sociedad civil) valoran más las aportaciones de las organizaciones a la sociedad", explica la investigadora de la UPM.

El concepto de valor compartido

¿Conocemos en realidad qué es la huella social? No es más que el conjunto de impactos que genera la actividad de una empresa sobre la sociedad en la que opera, afectando positiva o negativamente a las posibilidades de su desarrollo.

Su medición y valoración despiertan un "creciente interés entre las empresas, en un contexto en el que la internacionalización es casi un imperativo, y la sostenibilidad y la creación de valor compartido son ya elementos imprescindibles de una gestión exitosa", continúa Borrella.

En los últimos años, las estrategias de Responsabilidad Social Corporativa están incorporando la noción de "valor compartido", término acuñado por Porter y Kramer (autores de referencia en el ámbito de la estrategia empresarial), en un influyente artículo publicado en 2006 ("The link between competitive advantage and corporate social responsibility", Harvard Business Review, Vol. 84, Issue 12, pp. 78-92). El valor compartido se basa en la idea de que el bienestar social y el éxito empresarial están inextricablemente unidos.

En esta línea, muchas empresas han asumido el reto de la sostenibilidad motivadas por las demandas de sus clientes, de sus trabajadores, de gobiernos y de comunidades locales. Pero la apuesta por la sostenibilidad del sector privado no es únicamente una reacción a las exigencias de sus grupos de interés. Son cada vez más las compañías que consideran que la sostenibilidad es un factor clave para asegurar el éxito de su negocio a largo plazo.

"Algunas experiencias demuestran que esta apuesta por la sostenibilidad es tan necesaria como viable, y además encierra grandes oportunidades para las organizaciones que realmente la incorporan como un eje de su estrategia", apunta la investigadora de la UPM. Medir y comunicar su huella social posicionará a la empresa como una organización transparente, mejorando su reputación y su imagen de marca. "Al medir su huella social, la empresa será consciente de su situación y podrá

tomar las medidas necesarias para mejorarla, mitigando riesgos y aprovechando oportunidades antes desconocidas", añaden.

Por otra parte, la mayoría de las empresas consideran a sus clientes como su principal grupo de interés. Por ello, habitualmente se tienen en cuenta sus demandas en términos de impactos sociales y ambientales. Por ejemplo, señala Inmaculada Borrella, son cada vez más comunes los casos en que la denuncia de un comportamiento inadecuado de una empresa ha desembocado en el abandono por parte de algunos, o muchos, de sus clientes. "Estos clientes, o bien no deseaban verse implicados en una polémica, o bien no querían apoyar a una firma que no contempla los criterios básicos de responsabilidad social".

Bienestar social, economía local y entorno

En los últimos años han surgido multitud de definiciones de los términos impacto social o huella social, así como diferentes propuestas para su caracterización, cuantificación y medición. Por tanto, las metodologías existentes para la medición de impactos sociales son de muy diversa naturaleza y presentan enfoques distintos. En los informes elaborados por los investigadores del itdUPM y ONGAWA, se analizan algunas propuestas y presentan una "guía práctica para aquellas empresas que se aproximan por primera vez al complejo mundo de la huella social", afirman.

Según estos estudios, son muchas las actividades, políticas y decisiones empresariales que generan huella social, pero dependiendo del medio utilizado para generar o restar valor social, pueden clasificarse en cinco grupos: empleo, productos y servicios, cadena de suministro, impacto en el entorno e influencia en cultura y políticas.

En cuanto al empleo, es importante que el empresario trate de maximizar el número de los creados localmente, garantice unas condiciones dignas para el trabajador, así como programas de formación, igual-



dad de oportunidades y no discriminación. También algunos de los productos y servicios que ofrezca una compañía pueden estar orientados a cubrir las necesidades de las comunidades locales, adaptando el diseño e incluso el modelo de negocio al contexto particular de la zona.

Por otra parte, el establecimiento de cualquier tipo de negocio va a tener un impacto en el entorno natural, rural o urbano en el que se asiente. La construcción de infraestructuras y la mejora de las vías de comunicación suelen ser efectos habituales. Además, las grandes empresas tienen a menudo una influencia significativa en las decisiones gubernamentales y regulatorias que afectan a su sector en una región o país. "También pueden favorecer o perjudicar el desarrollo y mantenimiento de la cultura y las tradiciones locales", señalan los investigadores.

"Licencia social para operar"

Las empresas están cada vez más interesadas en conocer cuáles son los impactos de sus operaciones. Son conscientes de que su forma de actuar tiene un impacto directo en su reputación y en su "licencia social para operar", asegura Inmaculada Borrella.

Y es que la medición de impactos, entendido en su concepto más amplio, no es ajena al sector privado empresarial. Prácticamente desde sus orígenes, las empresas han medido el impacto económico de su actividad a través de la cuenta de resultados y sus informes financieros anuales.

A principios de los ochenta, algunas empresas comenzaron a publicar información sobre sus impactos ambientales, "bien para mejorar sus problemas de imagen (en industrias conflictivas, como la química), o para demostrar lo bien que estaban haciendo su trabajo sin perjudicar al medioambiente", afirman los investigadores. Unos diez años más tarde, las empresas comenzaron a publicar memorias de sostenibilidad, entendiéndola como un concepto multidimensional que engloba los resultados financieros, los impactos medioambientales y los efectos sociales.

La importancia de este tipo de información ha seguido aumentando, y ha evolucionado desde la voluntariedad a la obligatoriedad. Prueba de ello son las distintas normativas y regulaciones que han ido surgiendo en numerosos países, cuya legislación es cada vez más exigente en materia de transparencia con las grandes empresas. "Sudáfrica y Dinamarca, por ejemplo, ya tienen leyes que obligan a las empresas que cotizan en bolsa a rendir cuentas sobre sus impactos sociales y ambientales, y en Francia existe un proyecto de ley que obligará a las empresas que facturen más de 100 millones de euros a reportar información no financiera sobre su negocio", señala la investigadora de la UPM.

Recientemente, el Consejo de Europa ha aprobado una nueva directiva sobre Información no Financiera que, una vez trasla-

dada a las legislaciones nacionales, obligará a unas seis mil grandes compañías de la Unión Europea a informar sobre sus impactos en materia social, ambiental, políticas de diversidad, respeto de los derechos humanos y medidas contra la corrupción y el soborno.

También algunos países en desarrollo receptores de inversión internacional, como los de América Latina, comienzan a exigir un comportamiento responsable de las empresas que realicen operaciones en su territorio.

Paralelamente, los índices bursátiles de sostenibilidad que se han venido desarrollando a lo largo de la última década seleccionan y clasifican a las empresas que combinan el éxito económico con el desarrollo sostenible, facilitando la aplicación de los criterios de Inversión Socialmente Responsable (ISR). Dos de los índices de sostenibilidad más prestigiosos son el Dow Jones Sustainability Index (DJSI) y el FTSE4 Good Index.

Porter y Kramer afirman en su artículo "The Big Idea: Creating Shared Value", que las compañías deben reconectar el éxito empresarial con el progreso social. Lo que cada vez parece más evidente, concluyen los investigadores, es que la integración de los principios del desarrollo sostenible en las estructuras de rendición de cuentas de las empresas genera nuevas oportunidades de negocio y ayuda a las compañías a crear valor, no sólo a evitar destruirlo.

Acceso a los informes sobre Huella Social

OTRAS NOTICIAS

UNIVERSIDAD ABIERTA

SEPTIEMBRE

- UPM y Ericsson crean un curso de Experto en Arquitectura y Desarrollo de Software
- Nueva cátedra para fomentar la innovación en el sector naval

OCTUBRE

- La UPM forma una alianza para buscar soluciones energéticas en crisis humanitarias
- Conferencia del astrofísico Ulises Barres en la ETSIAE

- La UPM y Afanias colaborarán en acciones de voluntariado social

NOVIEMBRE

- La calidad biológica del aire urbano en la Comunidad de Madrid



Las Politécnicas se unen en UP4 para impulsar la enseñanza e investigación tecnológica de calidad

UP4: alianza de las universidades politécnicas

Para incrementar el valor que aportan a la sociedad, las universidades Politécnicas de Madrid, de Catalunya, de Valencia y de Cartagena crean la asociación UP4. Esta red suma la excelencia de las cuatro universidades Politécnicas públicas para multiplicar sus capacidades y afianzar la colaboración en docencia, investigación, y transferencia de conocimiento e innovación.

En un acto conjunto, Carlos Conde, rector de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Enric Fossas, rector de la Politécnica de Catalunya (UPC), Francisco J. Mora, rector de la Politécnica de Valencia (UPV), y José Antonio Franco, rector de la Politécnica de Cartagena (UPCT), presentaron esta iniciativa que aglutina un entorno académico de referencia en el contexto de la educación superior en nuestro país. De hecho, las cuatro cuentan con el reconocimiento del sello de Campus de Excelencia Internacional.

UP4 tiene entre sus objetivos "compartir recursos para mejorar la competencia de los estudiantes, impulsar la investigación en los campos de la arquitectura, ingeniería y ciencias de la computación y desarrollar acciones en común que mejoren la competitivi-

dad del tejido productivo", explica Carlos Conde. El rector de la UPM también destaca como otro de sus fines "promover el avance de la cultura científico tecnológica en España, estimulando nuevas vocaciones".

"Con esta alianza las cuatro universidades ponen las bases para incrementar su aportación a la sociedad", indica Enric Fossas, rector de la UPC. "Las politécnicas son universidades especialmente cercanas al tejido productivo por su alto nivel de transferencia. Trabajar con un mayor nivel de colaboración entre nosotros nos permitirá llegar más y mejor a las empresas para ayudarlas a innovar, a ser más competitivas. En el fondo, se trata de mejorar nuestro servicio a la sociedad aunando esfuerzos y de dar mayor visibilidad al potencial que tienen las universidades Politécnicas", concluye.

Universidades de referencia

Las cuatro Politécnicas obtienen un mejor rendimiento académico de sus alumnos y proporcionan mayor empleabilidad a sus egresados. Actualmente, los estudiantes de UP4 representan el 32% de todo el alumnado de grado de la rama de ingeniería y arquitectura de nuestro país y el 38% de los

de postgrado. Con un alto nivel de internacionalización, estas universidades reúnen al 26% de los estudiantes internacionales que cursan un máster en nuestro país.

"Las nuevas posibilidades que se abren desde la asociación UP4 en cuanto a la internacionalización nos van a permitir participar en convocatorias de proyectos europeos e internacionales, tanto en el ámbito docente como de I+D+i; captar talento extranjero, y ofertar internacionalmente programas de estudios avalados por las cuatro Politécnicas", subraya Francisco J. Mora, rector de la UPV.

A pesar de que juntas suponen el 5% de las instituciones españolas de educación superior, sólo en 2013 las cuatro Politécnicas concentraron el 32% de la producción científica de las universidades españolas. En ellas se ha leído el 9% de las tesis presentadas en los últimos cinco años en el sistema universitario español. En la última década, registraron el 22% de las patentes nacionales generadas en las universidades españolas y captaron el 31% de los ingresos globales destinados a la investigación aplicada. Su inversión inmaterial en I+D+i supone el 17 % del conjunto de las univer-

sidades españolas.

"Con esta alianza tenemos que ser capaces de transmitir la importancia estratégica que para el país representa contar con más ingenieros y mejor formados. En las sociedades más avanzadas son la pieza clave de la innovación y la competitividad de las empresas", añade el rector de la UPCT, José Antonio Franco.

Diferentes líneas de actuación

La cooperación de la asociación UP4 se traducirá en la puesta en marcha de diferentes líneas de actuación para potenciar la formación de sus estudiantes e incrementar su movilidad. El diseño de una oferta conjunta de grado y una formación especializada de postgrado de relevancia internacional, o las convocatorias de competi-

ciones y retos tecnológicos para sus estudiantes, son algunas de ellas.

Entre otras actuaciones, en el ámbito investigador se creará una estructura conjunta para la comercialización de patentes (Banco de patentes). También se pone en marcha una plataforma conjunta para resolver desafíos tecnológicos propuestos por empresas e instituciones del sector productivo.

Los dos primeros vienen de la mano del programa *Solutions*, con los retos de Gas Natural Fenosa y Consum, empresa líder del sector de la distribución. En el primer caso, los investigadores deben buscar soluciones innovadoras para la integración de sistemas de distribución de gas y electricidad, y *harvesting* de energía para alimentación de sensores en redes de distribución de gas. Por su parte, Consum busca ideas para

crear el carro de la compra inteligente.

Además, y dirigido a los estudiantes de las cuatro universidades, Caja de Ingenieros promueve un concurso para que compitan en equipos multidisciplinares. El objetivo es el desarrollo y fabricación de prototipos de un vehículo automóvil a escala reducida, considerando como puntos primordiales en el diseño la eficiencia energética y un control autónomo de conducción. Ofrece tres premios dotados con 3.000, 2.000 y 1.000 euros, respectivamente.

La colaboración que abre UP4 se establece tanto a nivel institucional como de centros docentes, estructuras de investigación, profesorado y en el ámbito de la gestión.

La presentación de la asociación UP4 ha tenido lugar en la Universidad Politécnica de Madrid

LAS UNIVERSIDADES DE UP4

UP4

- Especializadas en enseñanzas de la rama de Ingeniería y Arquitectura
- Atraen estudiantes de alta cualificación y de origen internacional
- Presentan una tasa de rendimiento académico superior a la media
- Proporcionan a sus egresados un nivel de empleabilidad de mayor calidad
- Registran el 22% de las patentes nacionales generadas en los últimos diez años por universidades
- Captan el 30% de los ingresos por investigación aplicada



OTRAS NOTICIAS

CRÓNICA UNIVERSITARIA

SEPTIEMBRE

- La ETSI de Telecomunicación, Premio Defensa 2015
- Entrega de los premios de la Encuesta de Satisfacción
- Apertura oficial del curso académico 2015-2016
- El INEF de Madrid celebra su 50 aniversario

- Segunda edición de la feria "El Aprendiz de Ingeniero"
- La UPM, premiada por promover la igualdad de género en el deporte

OCTUBRE

- Dos profesores de la UPM, reconocidos con los Premios Internacionales IABSE
- Relevo en la dirección del ICE

- Reconocimiento a la ETS de Arquitectura
- La Escuela de Montes celebra a su patrón, San Francisco de Asís, con la plantación de olmos resistentes a la grafiosis
- "In Memoriam" del profesor Leandro de Haro

NOVIEMBRE

- Se crea la Cátedra Innovación y Competencias

Ingeniero de Telecomunicación por la UPM y director de *Microsystems Technology Lab* del MIT

La UPM distingue como doctor *honoris causa* a Jesús del Álamo

La Universidad Politécnica de Madrid ha otorgado el título de doctor *honoris causa* a Jesús del Álamo, profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, EE.UU.), donde dirige el Laboratorio de Tecnología de Microsistemas. Ingeniero de telecomunicación por la UPM, Del Álamo centró el comienzo de su carrera investigadora en la célula solar, para luego adentrarse en el campo de los dispositivos semiconductores de uso en microelectrónica. Actualmente, trabaja en la obtención de transistores basados en compuestos con materiales alternativos al silicio.

El rector de la UPM, Carlos Conde, recordó en el acto de investidura que Del Álamo recibe la distinción en su campus de origen, a propuesta de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación en la que estudió, y añadió que "si siempre me gusta poner de manifiesto que los antiguos alumnos de nuestra Universidad son nuestros mejores embajadores, los que con su trabajo diario más contribuyen al buen nombre de la UPM, esta afirmación encuentra en su caso uno de sus mejores exponentes". Subrayó que las aportaciones del nuevo doctor al desarrollo de la ciencia y la tecnología son

"muy intensas y significativas, como grande lo es su contribución a la formación de ingenieros en su departamento del MIT".

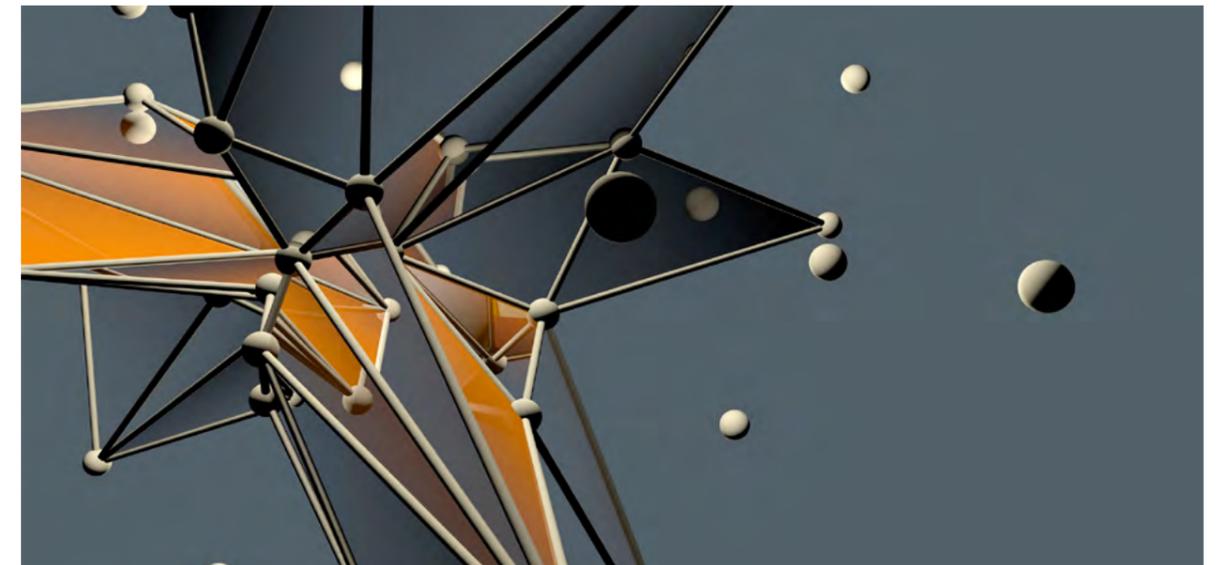
Del Álamo, que obtuvo el título de ingeniero de telecomunicación en 1980, inició su carrera investigadora en el Instituto de Energía Solar (IES) de la UPM. Aquí desarrolló el trabajo fin de carrera bajo la dirección de Antonio Luque, su actual presidente, quien ha actuado como padrino en el acto de investidura. La experiencia de aquel periodo cambió su vida, ha reconocido el nuevo doctor al agradecer la distinción. El trabajo sobre la célula solar que realizó tuvo una importante repercusión en la creación de la tecnología de campo posterior por aleación de aluminio, una aportación por la que ha sido internacionalmente reconocido.

En la Universidad de Stanford (EE UU), Del Álamo cursó un máster y se doctoró en ingeniería eléctrica. Fue en el grupo de investigación de Richard Swanson, que buscaba fabricar células solares iluminadas por la cara opuesta a la unión. Su célula de contacto posterior les hizo alcanzar en 1984 el mayor rendimiento del mundo con silicio, al llegar al 27% en concentración solar. Del Álamo contribu-

yó a ello mediante una labor rigurosa de medición de las propiedades físicas de este material, necesaria para la fabricación y el modelado de dispositivos semiconductores, a fin de optimizar sus prestaciones. Los artículos derivados de este trabajo hicieron de él un referente mundial en esta materia.

Al finalizar la tesis doctoral, Del Álamo, que había extendido ya su campo de interés a un abanico amplio de dispositivos semiconductores de uso en microelectrónica, realizó una estancia de tres años en los laboratorios de investigación de NTT en Atsugi, cerca de Tokio (Japón). En 1988, se incorporó al MIT, donde fue distinguido en 2007 como *donner professor* y dirige desde 2013 el Laboratorio de Tecnología de Microsistemas.

A la labor docente e investigadora, Del Álamo une su preocupación por hacer llegar a lugares remotos y desfavorecidos una educación experimental en electrónica. Así, puso en marcha el proyecto iLab, un sistema usado por miles de estudiantes en África, así como en centros europeos, que ha recibido la atención y financiación de la Fundación Carnegie y Microsoft.



Arte, Diseño e Ingeniería: una combinación necesaria

El arte y el diseño en la Ingeniería

¿"Vean, pues, los ingenieros cómo para ser ingeniero no basta con ser ingeniero"

José Ortega y Gasset.
Meditación de la técnica

Rescato esta frase de Ortega y Gasset para iniciar este discurso en el que intentaré hacer una aproximación a la importancia que tiene el ser capaces de abordar los problemas de cualquier índole, ampliando nuestros puntos de vista y buscando en el otro ese valor añadido que enriquezca nuestra profesión. Ya lo decía también Ortega y Gasset: "es preciso estar alerta y salir del propio oficio, otear bien el paisaje de la vida que es siempre total. La facultad suprema para vivir no la da ningún oficio ni ninguna ciencia, es la sinopsis de todos los oficios y todas las ciencias y de muchas otras cosas además".

El ingeniero se servirá de la técnica para llevar una idea, un experimento a la vida real, fuera de los laboratorios, y así generar progreso al alcance de todos y hasta crear posibilidades completamente nuevas produciendo objetos que no hay en la naturaleza del hombre como por ejemplo, el navegar, el volar o el comunicarse con las antípodas y con el espacio. (Ortega y Gasset, 1997).

Ingenio, es lo que se le presupone al ingeniero, esa capacidad para discurrir o inventar con prontitud y facilidad y por tanto es uno de los conceptos esenciales con el cual el hombre reflexiona para conseguir alcanzar un objetivo o ejecutar algo.

En este punto es interesante analizar los

conceptos de arte, diseño e ingeniería y buscar las relaciones existentes entre ellos, aspecto esencial para entender que la búsqueda de nuevos senderos en el conocimiento humano, que la acumulación progresiva de toda clase de conocimientos, es lo que llamamos cultura, y que ésta puede ser instrumental (material) o puramente intelectual (abstracta, artística). (Castro & Marcos, 2010). Buscamos en la Cultura, con mayúscula, lo básico, lo intelectual, lo artístico, lo tecnológico, así como lo aplicado, y no debemos hacer compartimentos estancos.

Todos sabemos ya que uno de los ejemplos más claros donde el arte, el diseño y la ingeniería han avanzado de la mano, se remonta al Renacimiento, a finales del siglo XV, con la obra de Leonardo Da Vinci (1452-



Fig.1: Bautismo de Cristo. Verrocchio - h. 1475-1478. Óleo sobre tela - 177 x 171 cm - Galería de los Uffizi - Florencia



Fig.2: En Castro, S. J., Et Marcos, A. (2010). Arte y Ciencia: mundos convergentes. Madrid: Plaza de Valdés Editores

1519), artista brillante, científico, ingeniero e inventor admirable, cuyo talento brilló en disciplinas como el arte, la música, las matemáticas, la ingeniería y la arquitectura. Nadie pone en duda el talento tan abrumador y la capacidad que demostró para com-



Fig. 3: Representación de la luna - Galileo Galilei 1609 En Castro, S. J., & Marcos, A. (2010). *Arte y Ciencia: mundos convergentes*. Madrid: Plaza y Valdés Editores.

binar áreas de conocimiento. (*Exposición Da Vinci, el Genio*, 2009).

Leonardo no se limitaba a pintar como los demás. Ya en sus inicios en el taller de Verrocchio en Florencia, donde los aprendices resolvían parte de los cuadros, a Leonardo le correspondió pintar un ángel que sostenía el manto de Jesús en el cuadro "Bautismo de Cristo" y lo hizo con óleo, técnica poco conocida y que le permitió conseguir más matices de color y mayor profundidad.

Arte

Consideraremos al Arte como un elemento esencial para el desarrollo de la creatividad, para educar la visión artística dirigida fundamentalmente a la deconstrucción y construcción de los sistemas simbólicos que nos rodean y que forman nuestra cultura. Nos interesa el arte que tiene como objetivo el desarrollo de actividades intelectuales como crear o interpretar, que puedan conllevar o no actividades motrices, aunque no se dedique única y exclusivamente al desarrollo de la creatividad. Los productos de la cultura visual son, por lo tanto, objetos y fenómenos que nos llevan a reflexionar sobre las formas de pensamiento de la cultura en la que se producen.

Lo que no se puede dibujar, no lo entiende.

Albert Einstein (*Díaz Padilla, R. 2007. P. 115*)

El arte, además, ha estado relacionado con la ciencia pues los avances científicos han beneficiado la aplicación de nuevas técnicas o bien la posibilidad de mirar con otros ojos. Podemos exponer un ejemplo de cómo el conocimiento de las técnicas científicas así como de las artísticas hacen de una misma representación algo diferente, en un caso poco explícito, en el otro, algo casi real y similar a lo que el ojo humano percibe. Nos referimos a la primera representación pictórica de la cara vista de la luna realizada por el británico Thomas Harriot después de visualizarla, posiblemente a través de su telescopio.

Thomas Harriot, aún siendo capaz de captar la realidad con su telescopio de forma visual, no fue tan acertado al plasmarlo ya que apenas supo representar el relieve lunar. Podemos observar un gráfico pobre, con una fuerte línea titubeante delimitando el contorno que lo atraviesa diametralmente. (*Castro & Marcos, 2010*)

En el otro caso tenemos a Galileo Galilei, que si bien es más conocido por su aplicación del telescopio a la observación astronómica, desde pequeño vivió rodeado de música pues su padre era lutier, compositor y teórico de la música y a él mismo le apa-



Fig. 4: Los frescos de Santa María la Mayor (Roma) En Castro, S. J., & Marcos, A. (2010). *Arte y Ciencia: mundos convergentes*. Madrid: Plaza y Valdés Editores.

sionaban la poesía y la pintura. Llegó a inscribirse en la Academia de Diseño, fundada en 1562 por Vasari, donde aprendió la técnica del claroscuro. El ojo de Galileo, entrenado en las nuevas técnicas pictóricas que se estaban desarrollando, podía interpretar las sombras de la Luna, considerando a la vez la figura y el fondo como un todo en su obra. Curiosamente, esa pasión por el arte permitió a un científico como Galileo plasmar mucho mejor la esfera iluminada de la luna, con sus caras de luz y sombra.

Pero también es curioso observar cómo el arte se ha servido de los avances tecnológicos para incorporar visualmente alguno



Fig. 5: Inmaculada de Ludovico Cigoli 1610-1612 En Castro, S. J., & Marcos, A. (2010). *Arte y Ciencia: mundos convergentes*. Madrid: Plaza y Valdés Editores.

de sus elementos. Podemos fijarnos en cómo el artista pictórico Ludovico Cigoli incorporó a su *Madona*, una reluciente luna con relieve muy parecida a las de Galileo. ¿Podemos decir, tal vez, que debemos a la ciencia la representación de esa luna? Lo que parece claro es que arte y ciencia han caminado en diversas ocasiones en paralelo, logrando avances significativos en la forma de entender el mundo que nos rodea.

Y para comprenderlo, el artista se ha comunicado mediante el dibujo, herramienta esencial que le ha permitido expresar de manera visual las ideas que le rondaban la cabeza, las expresiones que configuraban las formas imaginadas.

El dibujo como medio de expresión de ideas

Prefiero dibujar a hablar. El dibujo es más rápido y deja menos lugar a mentiras
Le Corbusier

Tomaremos pues el dibujo como un lenguaje considerado en el sentido más amplio de la palabra griega *graphein* que significa, dibujar, pintar y escribir. (*Duboux, 2009*).

¿Por qué se dibuja o para qué se dibuja?

Se hace porque el dibujo es un diálogo mental entre nuestros pensamientos y la mano que funciona como herramienta fundamental de expresión, interactuando de manera significativa con las sensaciones y debe tener como fin principal "el ejercitar la mirada, el enseñar a vivir, el pensar y el representar simultáneamente de una manera analítica y sintética". (*Wassily Kandinsky, 1985*).

Y se hace para pensar, para que las ideas que nos rondan la cabeza se organicen, para entender y explicar lo que se ve, para educar la visión y así poder seleccionar lo esencial de lo superficial, en definitiva para interiorizar las formas que nos rodean y así poder mostrarlas con posterioridad.

Diseño en general

En este punto conviene recordar que la palabra diseño proviene del término italiano *disegno*, que a su vez proviene de *disegnare*, que deriva del latín *designare*, y que significa designar, marcar, dibujar. El *designio* es



Fig. 6 y 7: Datsun 112 y Datsun 210 Shozo Sato <http://fandinhodesign.blogspot.com.es/2011/08/la-evolucion-del-dibujo-automotriz-con.html> febrero 2015

la intención de llevar el objeto a su signo mediante la acción proyectiva de diseñar y a través de este proceso, que culmina en un objeto tangible, señala la finalidad que debe cumplir.

Todo lo que puedas imaginar es real
Pablo Picasso

Por lo tanto, el diseño es el factor principal de la humanización innovadora de las tecnologías y el factor crítico del intercambio cultural y económico. (*International Council of Societies of Industrial Design - ICSID - 2004*)

Observamos por tanto cómo el dibujo es esencial en el diseño, ya que le posibilita plasmar esa idea surgida de la necesidad de mejora, del interés por aportar al hombre nuevos objetos que le hagan la vida más sencilla. El dibujo cumple una función primordial al poner sobre el papel todo el proceso mental que el diseñador maneja en su tarea de creación.

Dibujos de diseñadores famosos

Los diseñadores modernos no solo piensan con dibujos, sino que normalmente lo hacen con ellos. Como escribe el historiador de ingeniería Eugene Ferguson, ha habido un pensamiento no verbal, largo en el tiempo, a través del cual se han fijado las líneas de contorno completadas con los detalles del material que lo componen. (*Maynard, Patrick. 2005*).

Cabe destacar la labor de los diseñadores de hace unos cuantos años que, además de ingenieros, eran capaces de manejar muy bien las técnicas del dibujo para plasmar a través de ellas sus diseños.

Valga como ejemplo el primer director de Nissan, Shozo Sato, cuando inicia oficialmente su etapa de diseño hacia 1954. Siendo ingeniero de profesión y diseñador por experiencia, fue capaz de representar gráficamente los diseños de los automóviles mediante un gran control de la técnica de la acuarela o del resaltado sobre papel de color.

Dibujos de una expresividad única que nos hablan del autor, más allá de las características técnicas y que me atrevería a decir se han convertido en obras de arte. El dibujo delimita el lenguaje de las formas y permite cubrir la totalidad de los matices comprendidos entre los saberes objetivos científicos y las intuiciones subjetivas artísticas.

Hay algo en la ejecución del dibujo que plasma el alma del diseñador que no vemos en otro tipo de dibujos. Ese gesto es lo que lo hace único, plasma su pensamiento, su proceso, sus dudas y sus aciertos. Los bocetos de los diseñadores pueden llegar a convertirse en obras de arte, únicas e irrepetibles, en contraste con un mundo cada vez más digital.

Arte y diseño se basan en un juego de trazos en diversos soportes para poder materializar el proceso de una idea mental de lo que queremos realizar y así ser posteriormente interpretados y entendidos. La mano, en ambos casos, juega un papel fundamental como herramienta transmisora de conceptos.

Diseño Industrial

El diseño industrial se concibe como un proceso de creación que contribuye a transformar nuestro entorno para acoplarlo a nuestras necesidades, produciendo objetos mediante técnicas industriales, pero sin olvidar que un planteamiento interdisciplinar donde intervengan distintas disciplinas

como la técnica, la sociología, la economía, la estética y el marketing mejorará los resultados. El objeto creado, además de las relaciones estructurales y funcionales deberá poseer cualidades formales. (*Tomás Maldonado, en Torrent & Marín, 2005*)

A Terence Conran le gusta pensar que el 98% del diseño es sentido común, que un buen diseño industrial lleva asociado una buena funcionalidad. Pero lo que realmente lo hace tan interesante y lo convierte en un reto es el 2% restante, lo que se podría llamar la "estética", que marca la diferencia entre algo que es perfectamente aceptable y aquello otro tan especial que todo el mundo quiere adquirir. (*Torrent & Marín. 2005*)

Según Christopher Jones, el efecto de diseñar es iniciar un cambio en las cosas realizadas por el hombre. Como nos comentan Kidwell, Holden y Butler, la estética desempeña un papel importante en el modo en que se utiliza un diseño. Los diseños estéticos fomentan actitudes más positivas que los no estéticos, además de comprobar que los usuarios se muestran más tolerantes hacia los problemas si los productos son estéticos. Se fomenta una relación entre el objeto y el usuario generando sentimientos de



Fig. 8: Nokia. Modelo 6010 En Lidwell, W., Holden, K. & Butler, J. (2011). *Principios universales de diseño*. Madrid: Blume.

cariño, lealtad y paciencia, factores que son significativos en la utilidad a largo plazo y en el éxito global del mismo. Estas relaciones positivas poseen implicaciones en lo que se refiere a la eficacia de las interacciones entre las personas y los diseños (*Lidwell, Holden & Butler, 2011*).

"Nokia, por ejemplo, fue una de las primeras compañías en darse cuenta de que la introducción de los teléfonos móviles requería algo más que los componentes básicos

cos para la comunicación. Los elementos estéticos como las carcasas de colores o la posibilidad de personalizar los tonos, constituyeron algo más que adornos, ya que crearon una relación positiva con los usuarios". (Lidwell, Holden & Butler, 2011).



Fig. 9: Ferdinand Alexander Porsche <http://www.di-conexiones.com/ferdinand-alexander-porsche-muere-una-leyenda-del-diseño-industrial/> febrero 2015

La estética que perdura en el tiempo

Veamos el ejemplo de un gran diseñador, Ferdinand Alexander Porsche, capaz de diseñar grandes coches, donde la mano, su expresividad, fueron capaces de realizar coches únicos, y tal vez un ejemplo también de cómo, la estética, esa estética que marcó un hito en el diseño de Porsche, queda prácticamente inalterada a lo largo de los años. Las líneas maestras que conforman la silueta del coche se han mantenido año tras año, aunque bien es cierto que los motores y la tecnología han cambiado.

En definitiva, el concepto de diseño ha ido evolucionando para incluir aspectos funcionales, estéticos, comunicativos y económicos, teniendo siempre presente la unidad del "valor cultural" y del "valor de uso". El diseñador desempeñará, pues, una tarea mediadora entre la técnica y el humanismo, teniendo muy presentes los aspectos comunicativo, psicológico y estético.

En este sentido, es notable el ejemplo de la máquina de escribir Valentine de los diseñadores Ettore Sottsass y Perry A. King. Relegadas sus funciones tecnológicas, se ha convertido en un símbolo donde la estética juega un papel primordial. Los diseñadores encontrarán, por tanto, un amplio margen formal en el que moverse sin apartarse del uso práctico del objeto y, en cualquier caso, estar al servicio de la funcionalidad del producto no eliminará la creatividad del diseñador. (Torrent & Marín, 2005)

Si tenemos en cuenta que una obra de ingeniería tiene que ser construida y gozada

por los seres humanos, ésta requerirá de la labor de un diseñador capaz de infundirle un toque diferenciador frente a la técnica, es decir una dimensión humana. En palabras de Philip Rawson, "el diseño es el medio por el que ordenamos nuestro entorno, remodelando los materiales naturales para satisfacer nuestras necesidades y lograr nuestros propósitos. Surge en la zona intermedia entre la humanidad y el entorno natural y expresa las intenciones, deseos y esperanzas humanas". (Torrent & Marín, 2005)

Según Löbach, el diseño industrial "es un proceso de adaptación de productos de uso de fabricación industrial a las necesidades físicas y psíquicas de los usuarios" (Torrent & Marín, 2005) y será el intermediario entre la técnica y las necesidades humanas.

Conclusión

Finalmente, si el ingeniero busca gestionar la ciencia para resolver problemas, para satisfacer necesidades y mejorar la vida de la sociedad, ¿no será necesario que se interese por aspectos que van más allá de la técnica y de su aplicación?

Aunque puedan entenderse el arte y la ciencia como diferentes entre sí, resulta que

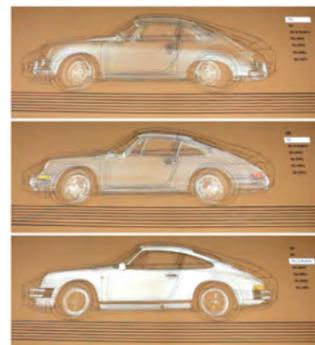


Fig. 10: Evolución diseño de Porsche <http://jeffwongdesign.com/2013/09/fast-friday-evolution-of-porsche/> febrero 2015

el investigador científico no solo usa el cerebro para su trabajo racional, sino que, en numerosas ocasiones, se deja llevar por la intuición, ese llamado "sexto sentido" que implica una cierta dosis de irracionalidad, a pesar de que su creatividad nazca de su pensamiento lateral, de su lógica divergente, de su "arte" científico. El arte, a su vez, también nos permite ir más allá de donde nos pueda llevar la imaginación, algo que nos afectará de diferente manera a unos y otros.



Fig. 11: Valentine Ettore Sottsass y Perry A. King [Torrent, R. Y Marín, J. M. \(2005\). Historia del Diseño Industrial. Madrid: Ediciones Cátedra.](http://www.di-conexiones.com/ferdinand-alexander-porsche-muere-una-leyenda-del-diseño-industrial/)

Los científicos y los artistas están en permanente búsqueda de nuevos caminos, de nuevas formas de conseguir avances en campos ligados al conocimiento racional del entorno, en un caso, y al conocimiento sensorial en el otro. (Castro & Marcos, 2010)

Pero como nos comenta Popper, aun considerando las diferencias entre arte y ciencia, el ámbito de la ciencia, requiere de objetividad y creatividad y todo descubrimiento contiene un elemento irracional o una intuición creadora.

Lo que comparten unos y otros es la creatividad, creando algo de la nada, aún basándose en cosas anteriores, realizando proyectos antes inéditos o innovando respecto a lo anteriormente existente.

El diseñador debe tener una vasta cultura, que estudie arte, ciencias, historia y otras disciplinas que le permitan entender el funcionamiento básico de la naturaleza para posteriormente aplicarlo y resolver los problemas cotidianos. Tal vez, la cada vez más alta especialización del diseñador ha sustituido la profundidad de los conocimientos, para empobrecer las soluciones aportadas y limitar las posibilidades de éxito. (Lidwell, Holden, & Butler, 2011)

Manuel Toharia aboga, en consecuencia, por la reintegración del arte y de la ciencia en el marco conjunto de la cultura: "Así, sin adjetivos. Ni es científica, ni artístico-literaria; es cultura [...]. Sólo hay una cultura. Y lo integra todo. Y la necesitamos todos para ser, sencillamente, más humanos. Para vivir más plenamente y ser más libres." (Castro & Marcos, 2010)

Silvia Nuere

ETS de Ingeniería y Diseño Industrial



Exposición de la Biblioteca Universitaria

El paisaje minero de Riotinto

Riotinto es uno de los ejemplos más claros de la repercusión de la actividad humana en la configuración de un paisaje, un paisaje que es la seña de identidad de toda una comarca. El Servicio de Biblioteca de la Universidad Politécnica de Madrid dedica su exposición anual a Riotinto, declarado Bien de Interés Cultural en 2012 con la categoría de Zona Patrimonial.

Las minas están dentro de una zona geológica de enorme importancia. Se trata de la denominada Faja Pirítica Ibérica que, con 250 kilómetros de largo y 40 de ancho, se extiende desde Aznalcóllar, Sevilla, hasta la costa sur de Portugal.

Las aguas rojas del río Tinto se caracterizan por su gran acidez, lo que se asocia con un alto contenido en metales pesados, como hierro, cobre, plomo, zinc, cadmio o manganeso. Gracias a estas minas, España fue el primer productor de cobre del mundo entre 1877 y 1891.

Muelle de la compañía de Río Tinto

La extracción de minerales en la cuenca minera de Riotinto se remonta a un pasado cercano

a los cuatro mil años de antigüedad. La plata y el cobre, aunque éste en menor cantidad, fueron los principales metales extraídos. En 1873, la explotación de las minas pasó a manos de un consorcio extranjero, la Río Tinto Co. Ltd. Esa circunstancia supuso enormes cambios en la vida de las personas y en la configuración del paisaje.

Y es que el paisaje de Riotinto va mucho más allá de la cuenca minera. Ocupaba 13.355 hectáreas, incluyendo las instalaciones industriales necesarias en Riotinto, en Huelva y en el ferrocarril, que recorría 83 kilómetros desde la mina hasta el mar. En el Puerto de Huelva se construyó un embarcadero colosal que incorporaba las técnicas más modernas para descargar el mineral en un tiempo récord.

Este embarcadero constituye posiblemente el mayor ejemplo de la arquitectura industrial en España. Por encargo de la compañía de Río Tinto, el proyecto lo realizó George Barclays Bruce y lo llevó a cabo Thomas Gibson, ambos ingenieros británicos. Su construcción duró dos años (1874-1876) y

estuvo en funcionamiento hasta 1975.

Vida en la cuenca minera

La llegada de Río Tinto Co. Ltd. en 1873 supuso, además de la aplicación de tecnologías desconocidas en España y formas diferentes de organización del trabajo, el comienzo de una nueva forma de divertirse y de pasar los ratos de ocio: los sports.

Desde 1878, según los estatutos del Río Tinto English Club, se practicaron billar, tenis, críquet y fútbol. A finales de siglo se sumaron el polo, golf y croquet, y en las primeras décadas del siglo XX se documenta el inicio del bádminton y squash. Riotinto puede considerarse, pues, como la cuna de los deportes británicos en España.

Desde 1908 Río Tinto se irá despoblando, pasando de ser el núcleo central de población a convertirse en un pequeño barrio de centenares de habitantes, hasta que en 1982 quedó totalmente abandonado. En ese año, la crisis del cobre inicia la decadencia de su minería. En 1995 se vende la mina por un precio simbólico a los trabajadores, que consiguen explotarla hasta 2001, año de su cierre. *Más información.*



Teresa Riesgo sugiere la lectura de...

Amélie Nothomb

Teresa Riesgo es aficionada a la lectura desde muy pequeña pues, como recuerda su madre, prácticamente "aprendió a leer sola fijándose en los carteles de la calle". Explica que vivía en la "casa de un bibliófilo, mi padre, que a pesar de tener una profesión poco literaria como la de financiero, dedicaba buena parte de su tiempo libre a la lectura y la pintura. Así, cuando éramos pequeños nos confeccionaba nuestros propios libros de cuentos inventados que él escribía e ilustraba".

Una pasión que esta catedrática de la UPM conserva intacta y que alimenta desde hace cinco años compartiendo conocimientos en una tertulia mensual con un grupo de "buenos amigos", organizada por Álvaro Fierro, "compañero de carrera, de colegio y gran poeta", en la que leen y comentan libros de narrativa. "La vida profesional me impide a veces acudir a esta cita mensual, pero creo que es un aliciente para descubrir juntos autores y obras que no leeríamos de otra manera", cuenta.

Es titulada en ingeniería industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (1989), donde también obtuvo el doctorado (1996) y en la que desde 2003 es catedrática de Tecnología Electrónica. Su ámbito de investigación se centra en el diseño de sistemas embebidos, redes inalám-

bricas de sensores, sistemas configurables y la estimación de la energía en los sistemas digitales. Ha publicado un gran número de trabajos en estos campos y ha participado como investigadora principal en varios proyectos financiados por la Unión Europea.

Desde 2006 ha gestionado las Relaciones Internacionales de la ETSI Industriales, Escuela de la que también ha sido subdirectora. Vicepresidenta de la red TIME, ha representado a la UPM en diferentes acuerdos internacionales. Dirigió el Centro de Electrónica Industrial de la UPM hasta el año 2012, y en la actualidad está al frente del Departamento de Automática, Ingeniería Eléctrica y Electrónica e Informática Industrial.

Muchos son los libros que le han ido marcando a lo largo de su vida. Con algunos autores le ocurre que, después de leer una primera obra que le emociona, intenta leer todo lo que encuentra hasta llegar a "empa- charse, (o no)". Esto le ocurrió con Amélie Nothomb, y sus novelas *Metafísica de los tubos*, *Estupor y temblores* y *Ni de Eva ni de Adán*. Se trata de una escritora belga, nacida en Japón, "con una edad similar a la mía, llena de imaginación en algunos libros y de crudo realismo en otros", señala Teresa.

"Las versiones en castellano están traducidas por Sergi Pàmies, con lo

que no pierden el carácter literario. Tiene algunas novelas, como las que aquí recomiendo, que cuentan su edad infantil y juvenil en Japón, país en el que nació y vivió, con el que mantiene una relación de amor bastante crítica, que llena de humor y de talento las páginas de estos tres breves libros", añade.

Recientemente, continúa Teresa, "he tenido la ocasión de viajar a Japón, representando a la Universidad, y he releído estas tres obras. He vuelto a disfrutar, y al levantar los ojos del libro que leía, viajando en el Shinkansen, observar lo acertado de los relatos de Nothomb sobre la sociedad japonesa".

El primero de los libros, *Metafísica de los tubos*, trata de su infancia, donde todo se forja. El segundo, *Estupor y temblores*, es quizás el más conocido y relata sus peripecias en su experiencia laboral en una empresa japonesa, y el tercero, *Ni de Eva ni de Adán*, relata una historia de amor con un joven japonés, que contiene multitud de detalles sobre la vida en aquel país asiático.

"Creo que el genio y la agilidad del relato hacen de estas tres breves novelas una lectura imprescindible para un europeo que vaya (o no) a viajar a Japón", concluye.



Biblioteca Histórica UPM

Proyecto para la capilla de San Julián en la Catedral de Cuenca

Este Proyecto de reforma de la capilla mayor y de la capilla de San Julián en la catedral de Cuenca, desarrollado en cuatro dibujos, se conserva en la biblioteca de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y está firmado por el famoso arquitecto madrileño Ventura Rodríguez, en 1752.

Ventura Rodríguez Tizón (1717-1780), uno de los grandes arquitectos españoles del siglo XVIII, fue autor de numerosas obras repartidas por toda la geografía española. Pero sin duda fue en Madrid, ciudad de la que fue nombrado Maestro Mayor de las Obras de la Villa (1764), donde dejó un mayor número de proyectos, como su intervención en el Palacio Real, el Palacio de Boadilla del Monte, el Palacio de Liria o la Iglesia de San Marcos, por no hablar de la reforma del Paseo del Prado con la realización de las fuentes de Cibeles, Neptuno y Apolo, entre otras.

Centrándonos en el proyecto que nos ocupa, de reforma de la capilla funeraria dedicada a San Julián, recibió este encargo en 1751. El Cabildo de la Catedral siempre había querido construir una capilla dedicada a San Julián, segundo obispo de Cuenca y patrón de la ciudad, y gracias a la disposición testamentaria del obispo de Cuenca, Alonso de San Martín, fallecido en 1705, pudo costearse la realización de la obra.

Se trataba de realizar una capilla funeraria en la girola de la catedral que albergara una urna con los restos del santo. Ventura Rodríguez abordó en esta obra el diseño del transparente, ya tratado también por el maestro Tomé en la catedral de Toledo.

El conjunto de los cuatro dibujos supone la definición básica del proyecto de 1752, que coincide esencialmente con lo construido entre 1756 y 1759. La lectura de la serie comienza en la planta, donde se identifican

en un tono gris suave los muros del presbiterio y la girola antiguos, añadiéndose en un tono más oscuro los elementos del nuevo



proyecto. El segundo dibujo de la serie es el alzado del presbiterio reformado, donde aparece el nuevo retablo con su planta, en-



marcado en la sección con una delicada sugerencia de la luz mediante tratamientos de aguadas. El tercer dibujo nos muestra el alzado de la capilla de San Julián, abierta hacia la girola, en el que se dibuja igualmente su correspondiente planta en la parte inferior y el límite de la sección de las bóvedas de la girola en la parte superior. Finalmente, el cuarto dibujo representa la sección longitudinal del presbiterio y la girola, donde se observan las relaciones entre el retablo y la capilla. Se pueden destacar en el mismo la previsión de los efectos lumínicos del transparente de la capilla de San Julián, así como la visión de la urna cineraria a través del óculo sobre el relicario, y el nuevo tratamiento decorativo de los tramos del presbiterio adjuntos al retablo.

Además de estos bellos dibujos, la biblioteca de la Escuela de Arquitectura conserva también otro importante proyecto suyo, este

no ejecutado, para la ampliación del Colegio de San Ildefonso de Alcalá de Henares, fechado en 1762.

Dicho proyecto estaba formado originalmente por dos folios de texto y cinco planos firmados por el autor. Como consecuencia de las graves pérdidas sufridas por la biblioteca de la Escuela de Arquitectura durante el triste episodio de la guerra civil, el proyecto se perdió y fue recuperado posteriormente sin la primera hoja de texto y un plano incompleto, así como la portadilla en la que podría leerse el título exacto, según consta en el antiguo catálogo de la biblioteca: *Dibujos que manifiestan la idea de extensión y comodidad que se intenta dar al colegio mayor de San Ildefonso, Universidad de la Ciudad de Alcalá.*

Biblioteca de la Universidad Politécnica de Madrid

CUANDO LOS PAVIMENTOS SON TAN ESPECIALIZADOS COMO LOS EXPERTOS: THAT'S BUILDING TRUST.



["Mago RIQUI" trabaja en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos](#)

"Me encanta hacer magia solidaria"

La palabra magia tiene su origen en el antiguo persa, donde los sacerdotes eran denominados "magi", raíz de lo que hoy conocemos como prestidigitación, ilusionismo o simplemente magia. "La magia es convertir lo imposible en posible, lo irreal en realidad, desafiando las leyes naturales de la física y de la propia vida". Así es para Ricardo Poza Martínez, personal de Administración y Servicios de la UPM y conocido artísticamente como "Mago RIQUI".

Vinculado a la Universidad Politécnica de Madrid desde 1997, ha ocupado distintos puestos. Primero en el Rectorado, en la Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT), luego en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, en el Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos y, hoy, en su Secretaría de Alumnos.

Durante cuatro años se formó en la Gran Escuela de Magia de Ana Tamariz, de la que salió convertido en ilusionista y mago. Actualmente preside la Asociación Mágica Española. Ricardo entiende la magia como la forma de aprender del arte y del conocimiento, para expresarse a través de sus efectos mágicos y, lo más importante, a través del entretenimiento. "No se puede pedir más: aprender entreteniendo a los demás es maravilloso", afirma.

[¿Cuándo empezó a sentir una inquietud especial por la magia?](#)

Desde pequeño, pero me pasó como a otros compañeros magos: que en aquella época era muy difícil acceder al aprendizaje y práctica de este arte. Transcurrían los años y, por una u otra razón, siempre lo iba dejando pasar. Cuando mis hijos crecieron y tuve más tiempo libre, surgió la oportunidad de meterme de lleno en este maravilloso mundo. Aunque empecé muy tarde y por casualidad, lo hice con muchas ganas e intensidad.

[¿Cómo fue su experiencia en la Gran Escuela de Magia de Ana Tamariz?](#)

Estuve cuatro años aprendiendo, estudiando, practicando, actuando ante el público, formándome y, sobre todo, disfrutando como nunca de la magia. Fue una experiencia inolvidable y me enriqueció como persona, teniendo la gran suerte de conocer a formidables magos, tanto a nivel nacional como

internacional. Adquirí conocimientos de magia de cerca, de salón, de escenario e incluso algo de grandes ilusiones. Sin olvidarnos de las artes afines a la magia, como los malabares, las sombras chinescas o la ventriloquia. Lo que más estudiamos fue cartomagia, por el gran mago Juan Tamariz, con su multitud de técnicas y movimiento, y también la especialidad del mentalismo. Esta última es mi preferida y en la que estoy especializado pero, paradójicamente, la que menos practico. Estudiamos todas las ramas del arte de la magia, como magia infantil, cómica o de hu-

tación, voz, iluminación, sonido, de comunicación, engaño (o como decimos algunos magos, la psicología del engaño), etc.

[Desde sus inicios ha estado vinculado a la Fundación Abracadabra de Magos solidarios...](#)

Comencé al finalizar la escuela de Ana Tamariz. Lo encontré un objetivo muy interesante: poder llevar ilusión, alegría y entretenimiento a las personas que más lo necesitan y que menos posibilidades tienen. Poseo una historia de actuaciones muy diversas. Varias en el teatrillo de la Gran Escuela de Magia, y en el teatro Maravillas con la compañía de Ana Tamariz. Para la Fundación Abracadabra he actuado en casi todos los hospitales de Madrid para los niños con enfermedades de difícil curación, como en el servicio de Oncología, y para niños terminales. He realizado galas en residencias y geriátricos para asociaciones como la de los Huesos de cristal, de Leucemia, del Cáncer, etc. He actuado en la cárcel de Navacarneiro, en pisos de acogida para mujeres maltratadas, colegios especiales para personas con Síndrome de Down, con discriminación social, en hospitales psiquiátricos, etc. Y también actué un par de veces en el



mor y magia en general. Pero con la que más disfruto es con la infantil: es el público más difícil pero, a la vez, el más agradecido. Aunque soy feliz trabajando para todo tipo de espectador y en cualquier lugar.

[¿Cómo definiría su magia?](#)

Trabajo en magia de cerca, de salón o escenario. Hago mucha cartomagia y micromagia. El tipo de magia que utilizo es la general (familiar) y la infantil, siendo siempre muy participativa y con mucho humor: que la sonrisa no falte en el espectador durante todo el show. Además, me encanta hacer magia solidaria.

[¿Qué importancia otorga a la técnica y al manejo en la magia?](#)

Toda la importancia, porque considero que van unidas la una a la otra. Es muy importante la técnica e incluso me atrevería a decir que sin ella no podría haber magia. La magia es un cúmulo de técnicas muy diferentes, como la de movimiento, tanto manual como visual, de manipulación, interpre-

Circo Price de Madrid con la Fundación. He participado en la semana mágica de Móstoles y de Ezcaray, y en los talleres de magia de la UPM. En ellos tomo parte desde hace años, y supone una experiencia muy gratificante e importante para ir creciendo como mago. Comprobar cómo los niños evolucionan y aumentan sus conocimientos y pasión por la magia, es una gran satisfacción.

[¿Le gustaría dedicarse a la magia profesional? ¿Qué magos son sus referentes?](#)

Los magos con los que más me identifico son Juan Tamariz, Alberto de Figueiredo, Rene Lavand, Henry Evans y otros que, sin tener tanto renombre como los anteriores, son formidables magos. Sería maravilloso dar el paso a profesional, pero es difícil porque hoy tenemos muchos y magníficos magos a nivel nacional e internacional. Además, tengo el hándicap de mi edad. De todas formas, me encuentro muy a gusto siendo semiprofesional, ¡porque así puedo hacer magia solidaria todo lo que quiera sin ver peligrar mi caché!



POLITÉCNICA

“Ingeniamos el futuro”

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

