

# Quince años de ciencia

· LIDIA SEÑARÍS ·



2005



2019



XV ANIVERSARIO  
2004-2019

**Fundación**

Rodolfo Benito Samaniego



# Quince años de ciencia

• LIDIA SEÑARÍS •

«Solo el amor convierte en milagro el barro...  
Solo el amor engendra la maravilla».

Silvio Rodríguez.



XV ANIVERSARIO  
2004-2019

## Fundación

Rodolfo Benito Samaniego

**Premios a la Innovación Tecnológica 2005-2019**

Con el patrocinio de:



Y la colaboración de:



Primera edición: octubre de 2019.

Edita: Fundación Rodolfo Benito Samaniego

Fotografías: Archivo personal de los protagonistas, Lidia Señarís,  
archivos Fundación Rodolfo Benito Samaniego, y Creative Commons (foto del CERN).

© de esta y de todas las futuras ediciones:  
Fundación Rodolfo Benito Samaniego.

Ayala 11,  
28001, Madrid, España.  
info@fundacionrodolfobenitosamaniego.org  
www.fundacionrodolfobenitosamaniego.org

Idea original, coordinación, documentación, entrevistas y redacción: Lidia Señarís.

Diseño: Monchi Álvarez.

Imprime: La Trèbere.

El papel utilizado para esta edición es ECF (Elemental Chlorine Free) y procede de bosques gestionados de forma sostenible.  
Depósito Legal: M-31032-2019


Permitida la reproducción siempre que se cite la fuente y no se altere ni modifique ninguno de los pasajes reproducidos.



# Índice

<b>Presentación</b> .....	<b>9</b>
<b>Manual de instrucciones</b> .....	<b>11</b>
<b>Capítulo 1: José Antonio Chover Álvarez-Monteserín</b>	
UN «LEGO TRENES» PARA PROTEGER LA VIDA EN LAS VÍAS .....	14
EL HOMBRE QUE IMAGINA LOS TRENES .....	17
<b>Capítulo 2: Miguel Sánchez López</b>	
EL ARTE DE LA ALQUIMIA NUCLEAR .....	26
POR LOS CAMINOS DEL ÁTOMO .....	29
<b>Capítulo 3: Sergio De Rico Herrero</b>	
SALVANDO VIDAS EN LA CARRETERA: ¿Y LA GENTE DÓNDE ESTÁ? .....	38
LA PERSEVERANCIA DE UN INVENTOR .....	41
<b>Capítulo 4: Antonio Lafuente Mazuecos</b>	
TRANSMUTANDO, QUE ES GERUNDIO ... ..	50
EL VIAJERO DE LOS PROTONES .....	53
<b>Capítulo 5: Patricia Roa Tejero</b>	
BIOMECÁNICA Y MATEMÁTICAS CONTRA EL CÁNCER .....	62
LA NIETA DE TEJERO MAGRO Y EL PROYECTO DE EUROPA .....	65
<b>Capítulo 6: César Moreno Del Río</b>	
HACIENDO TANGIBLE LO INTANGIBLE .....	76
UN HOMBRE DE FAMILIA .....	79

<b>Capítulo 7: Antonio José Del Ama Espinosa</b>	
BIOMECÁNICA PARA PROPULSAR LA VIDA.....	88
EL REBOTE DEL PIANISTA.....	91
<b>Capítulo 8: Rebeca Olazábal Rojo</b>	
CONSTRUYENDO SEGURIDAD CON REALIDAD Y CIENCIA .....	102
UNA MUJER CONTRA EL FUEGO.....	105
<b>Capítulo 9: Oscar Sanz Torres</b>	
INGENIOSOS SONIDOS PARA «VER» .....	114
DE VALLADOLID AL CIELO.....	117
<b>Capítulo 10: Silvia Espinosa Gútiez</b>	
MECÁNICA DE FLUIDOS A ESCALA ATÓMICA CONTRA EL CÁNCER .....	126
UNA MADRILEÑA FRENTE AL HORIZONTE DE BOSTON .....	129
<b>Capítulo 11: Sara García Jiménez</b>	
LA ENERGÍA NUESTRA DE CADA DÍA.....	138
UNA INGENIERA EN EL LABERINTO DE LA ENERGÍA .....	141
<b>Capítulo 12: Adrián De Blas Romero</b>	
UN ESCULTOR EN 3D.....	150
TRAS LAS VENTANAS AMARILLAS DE VIENA .....	153
<b>Capítulo 13: Andrea Escudero Palmeiro</b>	
BIOGÁS PARA EL PAISAJE RURAL GALLEGO.....	164
UNA GALLEGA EN LA LLUVIA DEL MUNDO .....	167
<b>Capítulo 14: Edel Díaz Llerena</b>	
YO VENGO A MEDIR TU CORAZÓN.....	178
EL INGENIERO QUE VINO DEL OTRO LADO DEL MAR .....	181
<b>Capítulo 15: Manuel Cañaveras Sola</b>	
AUDITANDO EL BIOGÁS Y ACERCANDO EL FUTURO.....	190
DESDE SUECIA, CON CALOR .....	193
<b>Sobre la autora .....</b>	<b>205</b>

The background is a light beige color with a complex pattern of white and dark grey geometric shapes and lines. On the left side, there is a large, semi-circular gear-like structure with several teeth. To its right, there are various lines, circles, and triangles, some of which are connected by thin lines, resembling a circuit board or a technical diagram. The overall aesthetic is clean and modern, with a focus on geometric forms and patterns.

«Donde yo encuentro poesía mayor es en los libros de ciencia, en la vida del mundo, en el orden del mundo, en el fondo del mar, en la verdad y música del árbol, y su fuerza y amores, en lo alto del cielo, con sus familias de estrellas, y en la unidad del universo, que encierra tantas cosas diferentes, y es todo uno, y reposa en la luz de la noche del trabajo productivo del día».

José Martí.  
Filósofo, escritor, pedagogo y político (1853-1895).



# Presentación

Decidió la Fundación Rodolfo Benito Samaniego que su acto central de homenaje fuera una entrega de premios que recogiera dos aspectos fundamentales de la vida de Rodolfo: por un lado, los valores de Convivencia y Tolerancia de los que hacía gala en su día a día, y por otro, su apreciada carrera profesional.

Rodolfo era un ingeniero capaz y orgulloso, de los que veían la vida y sus devenires con esa mirada analítica, con esa intención creadora y con ese gusto por encontrar soluciones y mejoras a los problemas cotidianos.

Lleva esta Fundación quince años premiando proyectos de un nivel alto de innovación y de calidad, de la mano de sus compañeros de profesión, los ingenieros del Colegio de Madrid y de la Asociación.

Sin duda, todos vimos claro que a pesar de la pérdida de Rodolfo la rueda de la vida seguiría girando, y decidimos buscar la manera de aportar nuestro pequeño granito de arena a esta sociedad: el valor de premiar, año tras año, proyectos que vayan haciendo que los engranajes de esa rueda giren suaves y ayuden a mejorar este mundo en el que vivimos.

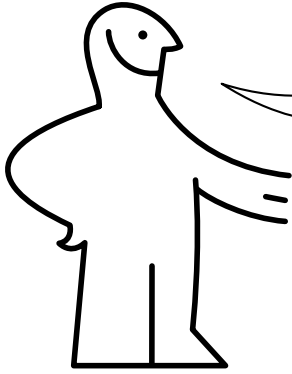
La vida sigue, nosotros con ella. Han pasado quince años, muchos más pasarán. En la mano de todos está poner valor a las acciones del día a día, ponerle ilusión a nuestros trabajos y recibir cada mañana con la firme intención de mejorar.

Tenemos la capacidad y la oportunidad de hacerlo.

Ana Isabel Hidalgo Serna  
Presidenta Fundación Rodolfo Benito Samaniego







# Manual de instrucciones

## Generalidades:

1. Este dispositivo es un puzzle de quince historias, desplegadas en el mismo orden cronológico en que sus protagonistas ganaron —entre 2005 y 2019— el «Premio a la Innovación Tecnológica Rodolfo Benito Samaniego», que otorga anualmente la fundación del mismo nombre a los mejores proyectos de fin de carrera o fin de máster de ingeniería en España.  
Este hardware se llama libro y en principio no precisa demasiada energía para funcionar, solo la luz del sol y una mente inquieta. Aunque los amantes de la electrónica disponen también de una versión digital que pueden descargar en la web de la Fundación (<https://www.fundacionrbs.org>).
2. Léase con amor y respeto, como fue escrito.
3. Cada capítulo se inaugura con una breve presentación de cada investigación premiada, en un lenguaje lo más asequible posible (aunque tampoco se engañe, siempre necesitará algo de materia gris). Y prosigue con un perfil profesional y humano de la persona detrás de cada trabajo.
4. Siéntase libre de hojearlo sin orden ni concierto y armar su propio índice. Puede agrupar los capítulos por ingenieras e ingenieros, por temas (viajar, por ejemplo, de la fusión a la fisión, o a la biomecánica, a la seguridad posaccidente o contraincendios, a las energías renovables, los trenes, o cualesquiera de los numerosos temas científicos aquí abordados). O simplemente, puede empezar por el capítulo de su hijo/hija/exalumno/vecino/excolega de la uni o de la infancia o por aquel cuyo párrafo inicial más le logre capturar.

5. Úsele a destajo y con buen humor. Puede usted discrepar de las opiniones de los protagonistas o de la cronista. No pasa nada. Hágalo con elegancia y mente abierta. La vida es diversa y multifacética y tiene muchos más modos de armarse que un mueble de Ikea.

### Un poco de Mates (Si y solo si):

6. Si parece que este libro quiere romper una lanza a favor de la investigación científica y tecnológica en España... No es pura coincidencia. Quiere hacerlo.
7. Si parece que este artefacto desea fomentar en los espíritus jóvenes y también en la gente de toda ralea y condición la admiración por la ingeniería como herramienta para mejorar el mundo... Nuevamente nos ha pillado. Quiere hacerlo. Y ojalá lo logre.
8. Si parece que este dispositivo de papel ha sido ideado, soñado y redactado por una habitual colaboradora y declarada admiradora del trabajo constante y de la calidad humana de quienes integran la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, y del legado de luz y alegría del propio Rodolfo, una vez más, está en lo cierto.
9. Si alguna vez, en una comida dominical, conferencia, algarabía egocéntrica de Twitter o en cualquier otro sitio, usted defendió que hay muchas formas de llegar a la excelencia e infinitos modos de sentirse útil, en estas páginas tiene quince ejemplos que le darán la razón. Si algo nos enseñan estas historias es que puedes irte a la cima tecnológica del mundo o quedarte a 10 metros del pueblo donde naciste; la excelencia tiene muchos rostros.
10. Si tiene adolescentes en su entorno, pruebe a dejarles este libro cerca, próximo a los helados de chocolate o a la suscripción a Netflix, o pásele, así como al descuido, por equivocación, su versión digital. Estos relatos son, a fin de cuentas, un canto a la aventura, al descubrimiento no solo de una vocación, sino también del mundo. Nunca se sabe dónde están los ojos en que podemos mirarnos como ante un espejo.
11. Si se asombra de que este libro sea absolutamente gratuito, tanto en su versión impresa como digital, a pesar de las maratónicas horas de documentación, estudio de los proyectos, entrevistas a los protagonistas, quebraderos de cabeza para resumir, explicar y narrar toda la información, más el diseño, la maquetación y la imprenta... Todo ello ha sido posible gracias al patrocinio de la Comunidad de Madrid y del Ministerio del Interior de España, que han apoyado este proyecto editorial, así como muchas otras iniciativas de la fundación.
12. Si es usted una joven inteligente, creo que el ingeniero del último capítulo no tiene novia.



## Tres cuestiones finales de software filosófico:

1. Aun preservando la discreción y la distancia crítica de todo buen jurado, es de justicia agradecer públicamente la altruista labor de los expertos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM) y de la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid (AIIM) que participan en la compleja y rigurosa elección de estos premios, a partir de transparentes criterios de calidad técnica y utilidad social. Igualmente, ha de subrayarse la generosidad de la Universidad de Alcalá, cuyo histórico paraninfo es el escenario anual de la ceremonia de entrega de premios y de otras útiles iniciativas de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego. Y, una vez más, el valioso patrocinio del Ministerio del Interior, la Comunidad de Madrid y la Fundación Víctimas del Terrorismo.
2. «Los cínicos no sirven para este oficio», afirmó una vez el premio Príncipe de Asturias de Comunicación y Humanidades, Ryszard Kapuscinski, en alusión al Periodismo. Si alguna noción enigmática y a la vez tremendamente simple «flota» en estas páginas es que ser buena persona y saber poner el foco no solo en nuestro ombligo, sino sobre todo en los demás, es una cualidad esencial para la innovación, la investigación y la ingeniería.
3. Por último, si al cerrar estas páginas escucha el fragor de un tren en la lejanía y el tintineo de una risa, créame, no es un espejismo. En algún lugar del tiempo y del espacio, o al menos en cierto sitio de nuestros corazones, un ingeniero de 27 años llamado Rodolfo Benito Samaniego, viaja, interminablemente, en aquel tren donde los terroristas no pudieron matarlo. Gracias a la generosidad de su familia y amigos y de tantos que poco a poco se sumaron a su recuerdo, sigue diciéndonos que contra la destrucción del terrorismo aún nos queda la rebeldía de construir; la posibilidad de apoyar nuevos sueños y nuevos defensores de la ingeniería y la ciencia que recogerán el legado y harán de este ancho mundo un sitio cada vez más habitable.

Lidia Señarís.

Comunicadora y divulgadora científica.

# JOSÉ ANTONIO CHOVER ÁLVAREZ-MONTESERÍN

«Modelización y simulación del tren auscultador Talgo XXI: Estudio comparativo de distintas alternativas». Universidad Politécnica de Madrid.

## UN «LEGO TRENES» PARA PROTEGER LA VIDA EN LAS VÍAS

En este proyecto de fin de carrera, José Antonio se propuso modelizar un tren Talgo para estudiarlo dinámicamente. Modelizar es un verbo de ingenieros que, traducido al lenguaje cotidiano, significa construir un modelo, una especie de juego de Lego, pero en el ordenador, para «simular», en este caso, un tren.

En esencia, modelizar implica hacer una reproducción rigurosa de cómo se comportará el tren e introducir escenarios distintos: un trazado de una línea concreta o cómo se comportará en las curvas, en diversas circunstancias, si será confortable o no para los pasajeros, si será seguro o no.

En esa suerte de Lego computarizado, el compartimento donde van los viajeros, por ejemplo, sería un cuerpo sólido, al que debes asignarle unas propiedades (masa, momento de inercia, y otros), luego le añades las suspensiones, los amortiguadores; todo eso es un puzle que puedes ensamblar en el ordenador para hacer un modelo del tren.

Dicho así, pareciera fácil. Sin embargo, el tren Talgo es más complejo de modelizar que uno normal, porque desde el punto de vista mecánico es muy distinto a los convencionales, en su mayoría equipados con dos bogies, es decir, con ejes montados con las ruedas unidas por una estructura, y con unas suspensiones entre ellas. En esos trenes suele haber dos bogies, con ocho ruedas y encima de esas estructuras se sustenta la caja. Pero el Talgo no tiene bogies, es un tren articulado; entre las dos cajas lleva una estructura llamada yugo y ni siquiera lleva un eje montado en el cual las dos ruedas giran a la vez, sino que estas son independientes. Eso conlleva una especial complejidad: el eje montado de los trenes tradicionales se guía solo, sin embargo, en el Talgo debes guiar las ruedas.

Pero este inquieto ingeniero, de entonces 23 años, no se quedó ahí. Una vez construido su modelo decidió convertir el tren en un auscultador de la vía, con el fin de sustituir a esos vehículos específicos, usados para comprobar la geometría de la vía, su funcionamiento, fallos y programar operaciones de mantenimiento. Una idea excelente: a la vez que transporta a los viajeros, el tren ejerce de vigilante y recopila datos sobre el estado de las vías, que garantizarán la seguridad futura. De este modo se optimiza ese proceso de «medir» la geometría vial.

Es más sencillo decirlo que hacerlo y se requiere no solo imaginación, sino un buen dominio de las matemáticas y la programación. José Antonio propuso varias configuraciones de sensores de tipo láser para enfocar los carriles, medir distancias y parámetros varios y determinar si estos se encontraban dentro de los límites admisibles. En fin, lo que en el idioma técnico y en el mundo de la inteligencia artificial se denomina «sensorizar». Sembró el Talgo de sensores, para convertirlo en un auscultador de la vía.

La utilidad práctica es más que obvia: para un administrador como ADIF, responsable de la seguridad y calidad de las vías, el proceso de esa comprobación se abarata, pues se prescinde de un vehículo auscultador específico que debe funcionar de noche. Y, sobre todo, redundando en la seguridad del viajero, pues al soportar todos los días el paso de los trenes, la vía se desgasta y se desvía; por lo tanto, hay que corregirla y es fundamental contar con herramientas para determinar su estado. Y, por último, influye en el confort de las personas: aunque el posible defecto de la vía no suponga un riesgo serio de descarrilamiento, sí puede hacer más incómodo el viaje.

Hasta aquí la esencia del trabajo premiado. Han transcurrido quince años desde aquel premio de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego. ¿Qué ocurrió con el trabajo? ¿Se aplicó? ¿Qué fue de la vida de este ingeniero de apariencia tímida, hablar pausado y figura quijotesca delgada? Solo tienes que pasar la página para saberlo. He aquí un breve relato sobre el hombre que imagina los trenes.

## Menciones Honoríficas del año 2005

- ▶ **Juan Fernández Muñoz.** «Reproducción de un atropello real mediante modelos matemáticos».
- ▶ **Leslie H. Sánchez Morales.** «Implementación hardware de un sistema biométrico de reconocimiento de mano».





# José Antonio Chover:

## EL HOMBRE QUE IMAGINA LOS TRENES

Sin pretenderlo, sin siquiera sospecharlo en los inicios de sus andanzas por la Universidad Politécnica de Madrid, el ingeniero industrial con especialidad en Mecánica, José Antonio Chover, se ha convertido en el hombre que imagina los trenes.

Y sí, *imaginar* es el verbo correcto, pues no solo construye modelos de los trenes ya existentes y los arma y desarma cual puzle virtual en 3D en la pantalla de su ordenador, sino que ha modelizado algunos trenes aún no construidos, desde cero, desde la idea hasta la realidad, como el del AVE de la Meca a Medina, en Arabia Saudí, o los nuevos vagones para el metro de Madrid. Pero no adelantemos acontecimientos... Ya nos enteraremos de todo.

Por lo pronto, regresemos al inicio de esta historia, al proyecto de fin de carrera que mereció el Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego en el año 2005. Aunque quizás la primera respuesta no nos gustará mucho. Pero ya se sabe que la realidad no siempre transcurre por los caminos deseados.

- Y por fin, ¿aplicaron este útil trabajo de modelización y sensorización?
- No se llevó a la práctica. Se quedó en un estudio teórico.

De una u otra manera, tal respuesta aparecerá en la mayor parte de los relatos de este libro. Si hubiera que medirla por las experiencias iniciáticas de los quince ingenieros de estas páginas, la distancia entre la universidad y la empresa en España parecería kilométrica. O entre la investigación y la vida, que viene a ser lo mismo. Sin embargo, con la fuerza propia de la juventud y de su motivación y talento, estos jóvenes siguieron adelante, buscando sus propios modos de mejorar el mundo.

En el caso de José Antonio, su proyecto de fin de carrera no solo marcó el inicio de casi una década de trabajo profesional en el Centro de Investigaciones Ferroviarias (CITEF) de la Universidad Politécnica de Madrid, sino también de un futuro indisolublemente ligado a vías, trenes y catenarias. Y transcurridos quince años, la evolución científica y tecnológica de este tema ha refrendado su visión juvenil, pues aunque a los sensores con láser se han sumado otras opciones más baratas con cámaras y visión artificial, los principios básicos siguen vigentes: se renuncia a un vehículo especial sensorizado, que encarece el proceso de medición, en favor de la «sensorización» del propio tren de pasajeros, el cual va midiendo los parámetros de la vía mientras transporta a los viajeros.

Cuesta creer que alguien tan sabio en materia de trenes, capaz de hablar de ellos con parsimonia, dominio y serena concentración en medio de la algarabía de un café al aire libre en la zona de Madrid-Río, haya llegado a ese universo por mero accidente. Pero el protagonista de este viaje asegura que fue realmente así: «No tenía intención de dedicarme a eso cuando empecé la carrera, pero en el último año, en una asignatura sobre Transporte, había que elegir entre coches y ferrocarriles. Y como los coches no me interesaban mucho, me decanté por los ferrocarriles. También me ayudó que el profesor era Carlos Vera, quien había sido director de la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid y su forma de dar las clases contribuyó a que me interesaran los trenes. Salió una beca para el CITEF, la solicité y me la dieron y a partir de ahí quedé vinculado a los trenes».

Mirando en la distancia, Chover rescata lo positivo: «La verdad es que el trabajo de fin de carrera en sí se quedó ahí. No pude desarrollarlo ni llevarlo a la práctica. Sin embargo, a mí personalmente me sirvió de mucho porque luego me quedé en el centro de investigación y seguí utilizando las mismas herramientas que usé para el trabajo premiado. Eran mis herramientas diarias de trabajo. De hecho, de ahí me fui a trabajar a Talgo, precisamente al fabricante del tren, y quién sabe si esa experiencia anterior me ayudó... Y hasta hoy, en Metro Madrid, las sigo usando». Se refiere a herramientas especializadas del ámbito ingenieril, como el SIMPACK, un programa de simulación CAE 3D para análisis dinámico de cualquier sistema mecánico de múltiples cuerpos, esa especie de Lego virtual ya mencionado, y también a MATLAB, un programa de cómputo numérico, con un lenguaje de programación propio, muy útil para manipular matrices, representar datos y funciones e implementar algoritmos, entre otras tareas, que este profesional llegaría a dominar profundamente, junto a los programas de simulación de elementos finitos y otros muchos.

## Un ingeniero en las vías del tren

Aunque no fuera amor a primera vista, el idilio de Chover con los trenes ha disfrutado de una fidelidad poco vista en esta época tan ciclotímica que vivimos: poco más de nueve años en el CITEF, modelizando trenes o partes de trenes, como, por ejemplo, la integración pantógrafo – catenaria (para los ajenos a este mundo: el pantógrafo es el mecanismo articulado que transmite la energía eléctrica que alimenta al tren, y la catenaria es la vía superior por donde circula dicha energía). Después, cinco años en la empresa fabricante Talgo y en estos días dedica sus energías profesionales a Metro Madrid, igualmente entre vagones de trenes, con sus peculiaridades lógicas.

Experto en modelación y análisis, pero con un temperamento tranquilo, ajeno al autobombo, José Antonio Chover se resiste al autoanálisis y la autovaloración. Es muy capaz de mirar atrás y, sin embargo, le cuesta hablar de sí mismo. ¿Pero cómo enterarnos entonces de su experiencia? ¿Dónde está la famosa capacidad reflexiva de los ingenieros? Al final, acepta el reto y se lanza:

«En CITEF estuve unos cuantos años. Esa etapa estuvo bien porque aprendí mucho, pues fue mi primer contacto con el mundo laboral; era un centro de investigación asociado a la universidad.

»Talgo era otra cosa, precisamente, un fabricante de trenes. Ahí te espabilas. Tienes que interactuar con mucha más gente, eres parte de un equipo cuyo objetivo común es construir un tren, con unos plazos y unas características. Y, por supuesto, mucho más estrés, muchos viajes. Cuando entré en Talgo me incorporé al proyecto

del AVE de Arabia Saudí, desde la Meca hasta Medina y estuve viajando por allí haciendo pruebas, fue una etapa dura pero bonita. En cinco años en Talgo aprendí mucho más que en casi el doble de tiempo en el CITEF. En el centro de investigación aprendí mucho. Sin embargo, en Talgo ya estaba tocando la realidad. Cada tren tiene sus problemas específicos, pues tú utilizas unos parámetros teóricos. Por ejemplo, pones que la rigidez de la suspensión es de determinado valor, o que la masa de la caja de los pasajeros pesa, por ejemplo, 17 toneladas, son valores de diseño. Luego en la realidad, al final, al fabricar el tren hay parámetros que no se ajustan exactamente a lo diseñado, a lo mejor la caja pesa 17,3 toneladas y finalmente te queda un tren concreto que se debería comportar acorde con lo predicho por la teoría, pero a veces no lo hace, y sin embargo, otro tren fabricado por los mismos operarios, se comporta de modo algo distinto».

Los trenes forman parte del paisaje, de nuestro día a día. Muy pocas veces nos detenemos a pensar cómo es ese camino entre la idea y la realidad, entre los planos, el ordenador y las vías... Por suerte, el ingeniero cuyo trabajo inauguró el premio más entrañable de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, nos lo puede contar en primera persona: «Mi labor en Talgo fue utilizar las herramientas de simulación dinámica en la etapa del diseño. En esa fase inicial de diseño, son muy importantes las herramientas de simulación dinámica y hay un grupo de unas doscientas personas; cada una lleva un sistema particular, pero está todo muy unido. Hay un departamento dedicado al tema eléctrico; otro, al tema de rodadura, etc. Los trenes se encargan y se construyen como quiere el cliente. Al principio, la manera más útil de ver cómo se van a comportar es la modelización. Recibo muchos datos de mucha gente y al final los introduzco en un modelo y digo: “¡Ah!, mira, de esta manera me sale este tren”... Lo pongo en las vías donde me ha dicho el cliente que va a ir, con su calidad y compruebo si el tren es confortable, si es seguro... Se predice si se va a comportar de acuerdo con los requerimientos del cliente y con la normativa técnica y de seguridad vigente. Habitualmente, la normativa europea es de las más difundidas en el mundo ferroviario, pero no siempre es la que se sigue. Por ejemplo, hubo un proyecto para Rusia, que tuvo sus propias normas. Cuando vas avanzando, cuanto más evolucionado estás en el sector, más normativa tienes.



En Arabia Saudí, con los compañeros de Talgo, después de conseguir los 300 km/h en el tren de la Meca a Medina.

»Entraba al principio del proyecto y luego al final, cuando hay que probar que el tren se comporta tal como estaba prescrito. Las últimas fases son de prueba: probar la dinámica del tren, ir a las vías concretas o en unas vías tipo similares y probar el tren en distintas vías y distintos escenarios y ver su comportamiento. Ese trabajo me ha llevado principalmente a Arabia Saudí, también estuve en Kazajistán, en Italia, en Alemania y por supuesto, he recorrido mucho España gracias a las líneas de alta velocidad.

»El de Arabia era un proyecto muy importante. Actualmente ya se está operando. Allí se hizo todo nuevo, en un país donde no había nada y se ha hecho una línea de alta velocidad de cero. Había que probar el tren, pero la vía también era nueva. La primera vez que se puso el tren a 330 Kilómetros por hora, estuve en ese equipo, lo fuimos haciendo por escalones de velocidad. El calor y la arena estropeaban los equipos de medida. Se miden las fuerzas entre la rueda y el carril, por unos sensores en las ruedas, pero esos sensores se despegaban por el calor y por la arena. No nos había pasado en ningún sitio. Tuvimos que utilizar recubrimientos y pegamentos especiales y hacer las pruebas a primera hora de la mañana. Era duro porque había mucho estrés. Y un elemento adicional: era muy mediático, pero a la vez muy emocionante. A primera vista, pareciera un trabajo con pocas emociones, con el ordenador, estás programando, con algoritmos, con simulaciones, pero luego viene la parte de la realidad».

Y cuando parecía que tocaba el cielo ferroviario con las manos, Chover da un nuevo giro a su carrera, quizás porque la inquietud y el cambio forman parte de la naturaleza de un ingeniero. Desde hace dos años está en el Metro. «No buscaba cambiar, porque estaba bien, pero había mucho estrés y muchos viajes. Y me contaron que iban a salir unas plazas en Metro, unas convocatorias públicas. Pasé el proceso de selección y entré en Metro de Madrid.

»El Metro me da una visión más general, pues no solo estoy centrado en el tren en sí, sino en la integración con el resto de sistemas, con la catenaria, la vía, la señalización. Ahora, por ejemplo, estamos inmersos en un

proyecto para comprar nuevos trenes. Hay que escribir los pliegos de requisitos para comprar material nuevo. Es como ver las cosas desde el otro lado. Antes, desde el punto de vista del fabricante, te llegaban esos requisitos y tenías que ver cómo los cumplías y ahora eres tú quien pones los requisitos y tienes que fijarlos bien



Durante la visita del ministro de transporte saudí a las obras del tren de alta velocidad de la Meca a Medina.



## LA RECETA DE JOSÉ ANTONIO PARA «GUIJAR» UN BUEN INGENIERO.

¿Qué buena pregunta! ¿Un buen ingeniero? Debe tener capacidad de análisis, de analizar las cosas. Y una motivación vital para un ingeniero: la de pensar constantemente cómo se puede mejorar cada cosa que ve, ya sean trenes o coches o lo que sea. Es imprescindible ese deseo de mejorar las cosas, todo lo que existe y de crear otras aún inexistentes pero que podrían solucionar un problema. Un niño o una niña con esa motivación son el arquetipo de un ingeniero. Y luego, cosas más usuales, como buenos conocimientos de matemáticas y otras ciencias. Pero lo esencial es pensar constantemente cómo mejorar la vida de las personas. ¿Qué puedes inventar, qué puedes hacer para esa. Esa curiosidad y esa motivación se pueden entrenar y aprender, pero tenerlas de manera vocacional es muy importante.



para que todo funcione adecuadamente; debe estar todo muy claro, para que el fabricante lo pueda hacer tangible, por ejemplo, el establecer criterios de valoración y en qué escala se cumplen o no. Hay que tener en cuenta normativa, criterios de mantenibilidad, muy importantes, porque si es muy caro de mantener, pues es una ruina y tienes que atar muy bien eso. Y debes tener en cuenta, por supuesto, el factor humano».

Como en los buenos cuentos, ponemos a bailar la peonza temporal y aterriza en el pasado, en aquel 2005 y aquel Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego: «El premio me encantó... ¡qué narices! Fue una sorpresa. Luego pensé que era un proyecto relacionado con trenes en el que se trataba de velar por la seguridad, de algún modo relacionado con aquellos hechos de apenas un año antes... Después supe que el jurado estaba integrado por profesionales del Colegio de Ingenieros y la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid. No lo pregunté ni nada, pero me pareció una bonita coincidencia. Desde luego, me hizo mucha ilusión, evidentemente. Parece muy lejano, ¡tenía 24 años!

### Aquel niño de Aluche

Con una nueva melodía de nuestra imaginaria peonza temporal, viajamos con José Antonio Chover hasta su infancia, buscando la persona detrás del ingeniero. Así, no sin cierta reticencia de nuestro protagonista, nos vamos enterando de más detalles. José Antonio nació en el madrileño barrio de Aluche, donde vivió bastante tiempo con sus padres. Hizo el ciclo escolar completo previo a la universidad en un colegio privado, el Santa Gema, pero decidió que quería estudiar su carrera en una universidad pública y, si era posible, en la más prestigiosa de aquel momento, la Politécnica de Madrid.

Al parecer, la ingeniería tampoco fue una vocación temprana y definida, aunque reconoce que, como buen hijo de ingeniero, de pequeño le gustaba construir cosas, hacía sus creaciones justamente con juegos de Lego. Y si se estropeaba algo, una radio, por ejemplo, la desarmaba y aunque a lo mejor no la arreglaba, sí intentaba ver por qué se había estropeado. Llegado el momento, Industrial le pareció la más abarcadora de las ingenierías, capaz de aportar un conocimiento más general. Navegó por esos años de estudio con bastante fortuna, pero sin extremos: justo en la mitad de la balanza, con una dosis pareja de talento y trabajo. Algunas asignaturas le costaban más y otras le encantaban, como la Física y el Dibujo Técnico, quizás porque le gustaba mucho dibujar.

Para compensar esa parte técnica, desde pequeño tuvo *hobbies* un poco más artísticos. De su madre, Antonia, le venía esa nota artística, y de su padre, José María, lo de ingeniero. El caso es que aquel niño de Aluche pintaba, tocaba el piano y en general amaba la música. Hoy, al filo de los cuarenta años, fabrica sus propios muebles. Ese afán de crear y diseñar ha tomado forma en casi todos los muebles de su casa, un contrapunto de funcionalidad y estética elaborado por sus propias manos.

Tercero de cuatro hermanos, dos chicas y dos chicos, José Antonio tuvo una infancia diferente, que le obligó a desarrollar desde muy pronto el sentido de la responsabilidad: «Hace 35 años mi madre tuvo un tumor cerebral y quedó con muchas secuelas, de movilidad, del habla, del entendimiento. Todos estos años hemos tenido que cuidar de ella. Eso ha marcado la personalidad de los cuatro. Yo tenía cinco años, para mí ha sido la normalidad, distinta, pero normalidad al fin. Mi padre es la persona que más admiro, nos ha sacado adelante a todos, también ha sido muy importante mi tía, hermana de mi padre; era monja por aquel entonces, decidió salirse y vino a ayudarnos. En aquel momento mi hermana mayor tenía nueve años y el más pequeño de los cuatro, tenía dos años. Éramos cuatro niños y de repente mi madre no podía cuidarnos, porque había que cuidarla a ella. Eso me hizo más responsable. En casa no podías dar muchos problemas, había algo más importante».

Y de aquel joven de 24 años que ganara el premio a la innovación tecnológica hasta el hombre de hoy... ¿Han cambiado muchas cosas? ¿Se cumplieron sus expectativas? «Pues algunas cosas han cambiado, lo más importante es que vas adquiriendo más experiencia general de la vida y eso te sirve para seguir viviendo e



José Antonio junto a algunos de los muebles que él mismo ha construido para su hogar.

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Lo que vi en su día, no sé si ahora esté cambiando, es que había demasiada separación entre el mundo de la investigación y el mundo práctico de la empresa. Es cierto que muchos proyectos de investigación nos los encargaban empresas, pero aun así, muchos se quedaban en estudios teóricos, no se llevaban a la práctica. No había un retorno de la investigación. Y, además, eran estudios sujetos a cómo estuviera el ciclo económico. Si en ese momento las perspectivas económicas eran buenas, la Administración o la empresa que te encargaba el estudio, se podía permitir una buena investigación, pero de lo contrario, era lo primero que recortaban.

En España, muchas empresas hacen investigación cuando les va bien y tienen un remanente de dinero. Si las cosas van mal, es de las primeras partidas de las que precinden. Esa dependencia del ciclo económico no le viene nada bien a la investigación. La manera de mejorar es buscar más cohesión entre los centros de investigación, las universidades, y el mundo empresarial, no sé a través de qué mecanismos, quizás programas de formación de los alumnos de los últimos cursos de las facultades, porque donde realmente aprendes la realidad es en la empresa. Tendría que haber más implicación por parte de las empresas. Más estabilidad. Y también más inversión pública.

Se precisa mayor comunicación e implicación entre el mundo de la investigación y el de la empresa. Muchas veces en el centro de investigación se está más desorientado o incluso si el objetivo está claro, se pierde en planteamientos teóricos y no se concretiza en algo específico, en un producto.







intentar afrontarlo todo. Tampoco tenía unas expectativas muy elevadas. En general, estoy contento con mi trayectoria. Sí que es cierto que hubiera cambiado cosas de estos años, por ejemplo, me habría gustado ir un par de años a trabajar en otro país, lo intenté una vez y no salió. Sin tener inicialmente una clara vocación hacia los trenes, he trabajado toda mi vida en ese sector y he logrado adquirir un enfoque desde varios puntos de vista, según he ido pasando de un trabajo a otro...

»Desde muy temprano tenía claro que no me quería dedicar a algo con cuyo objetivo no estuviese a gusto. No me iba a meter en una fábrica de aviones de guerra, por ejemplo. Sin embargo, los trenes gustan a casi todo el mundo y tienen un fin social importante: transportan a las personas de manera segura.

Antes de despedirnos de este ingeniero todo terreno de los trenes, quien aún conserva un teclado electrónico en la casa que comparte con su novia en Arganzuela, todavía hay tiempo para desconcertarle un poco más:

— ¿Los ingenieros sueñan? ¿Con qué sueñas tú?

— Por supuesto que sueñan. Pero... ¡qué pregunta más difícil! Uno siempre sueña. Por ejemplo, te diría que con viajar, pero no tanto los típicos viajes turísticos, sino conocer otras realidades, vivir en otro sitio, conocer otra realidad distinta, por un rato. No porque no me guste la mía, sino por curiosidad. Ponerme en otra piel. Conocer cómo vive otra gente, otras culturas, otros sitios, saborear la cotidianidad en otros lugares.

## MIGUEL SÁNCHEZ LÓPEZ

«Potencialidad de los reactores de lecho de bola para la transmutación de residuos nucleares». Universidad Politécnica de Madrid.

### EL ARTE DE LA ALQUIMIA NUCLEAR

La transmutación de residuos nucleares emula aquel afán de los alquimistas de la antigüedad de convertir metales vulgares en oro, o al menos, en otros metales nobles y preciosos.

Detractores y defensores de la energía nuclear coinciden en señalar la gestión de residuos como el talón de Aquiles de esta tecnología. Su radiotoxicidad y su larga y testaruda vida son las dos características más peligrosas de estos residuos, procedentes de las centrales de producción de electricidad, de los isótopos de medicina nuclear y de otros usos.

Conceptualmente, la transmutación persigue transformar estos isótopos residuales en otros con una vida más corta y, por tanto, con una radiotoxicidad menos duradera, para que puedan almacenarse de manera más segura.

Esta suerte de alquimia se podría realizar en reactores nucleares específicos en los cuales se introducen los residuos iniciales para transformarlos en otros con una vida y una radiotoxicidad menos duraderas. Lo más interesante es que en ese proceso también se produce energía eléctrica. Obtenemos, por un lado, electricidad y, por el otro, residuos menos peligrosos.

En otras palabras, este proyecto de fin de carrera, realizado en 2005 y premiado por la Fundación Rodolfo Benito Samaniego en 2006, se centró en elaborar una estrategia para bombardear el combustible con neutrones y generar reacciones de fisión nuclear para producir energía, al tiempo que se iban transmutando los residuos.



En esencia, proponía coger los residuos de las centrales nucleares, que contienen más del 90 % de la energía aprovechable del uranio y, por tanto, un gran potencial de producir energía, aunque en otro tipo de reactores, con algunas peculiaridades técnicas y a partir de una fuente externa de neutrones.

En ese momento había prototipos de reactores similares, donde el combustible estaba en forma de bolas (pelotas de grafito) con el propio combustible nuclear mezclado. Esa tecnología sí existía, aunque no un reactor transmutador como tal.

En el trabajo, se estudian dos reactores. En el primero se introducen los residuos en forma de bolas, cubiertas por una capa de grafito y a través de reacciones nucleares se produce la transmutación, que no llega al 100 % pero consigue reducir el nivel de radiotoxicidad de los residuos. Luego plantea un nuevo reactor que necesita neutrones (conseguidos mediante un acelerador de partículas y una fuente de espalación). Los neutrones van al reactor y en este se siguen quemando los residuos, hasta quedar solo una cuarta parte de ellos. Se impide así su posible utilización para cualquier forma de armamento nuclear, al tiempo que se disminuye su producción de calor y su duración, por tanto, se facilita su almacenamiento.

Creatividad, utilidad y viabilidad eran las claves de este trabajo. Y una vocación de servicio al planeta y las generaciones futuras, para evitar dejarles un legado de residuos radiactivos difícilmente asumible.

## Menciones Honoríficas del año 2006

- ▶ **Alberto Fernández-Infantes Barrajón.** «Instalación Solar Fotovoltaica para el I.E.S. Ojos del Guadiana, en Daimiel».
- ▶ **Felipe Hernández Fernández.** «Diseño y simulación del sistema de control de un robot para limpiar fachadas».
- ▶ **Ángel Fernández Iglesias.** «Estudio en 3D mediante elementos finitos de los ligamentos de la rodilla tras una artroplastial total».





# Miguel Sánchez:

## POR LOS CAMINOS DEL ÁTOMO

El término «Nuclear» es uno de los adjetivos más poderosos de la física y de la historia de nuestro mundo. Curiosamente, se escribe (aunque no se pronuncia) igual en español y en inglés y a su lado han desfilado sustantivos como «energía», «medicina», «accidente» y «bomba». Diferentes caras de una misma moneda, hitos en los libros y los periódicos, concretos relatos personales e insondables leyendas colectivas.

Ese complejo entramado de reacciones en torno al núcleo del átomo ha marcado también el camino de Miguel Sánchez López, ingeniero industrial especializado en técnicas energéticas, que en el año 2006 obtuvo el Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego.

Aunque ha llovido algo desde entonces, en el agreste paisaje de bares, congresos y el griterío virtual de twitter, donde transcurren los debates a menudo rabiosos y superficiales de este siglo XXI, es raro encontrar a alguien tan convencido de su verdad profesional y a la vez tan calmadamente respetuoso y técnicamente solvente a la hora de defenderla. «Me dedico al mundo de las centrales nucleares. Hay pocas disciplinas donde tengas todas las ramas de la ciencia y la tecnología juntas y, además, con el estado del arte más actual en la mayoría de ellas. La tecnología nuclear tiene todavía mucho que decir y hacer en el beneficio de la sociedad y las personas», reflexiona nuestro protagonista, en un tono suave, casi parsimonioso.

Por algún vericuerdo de esta historia deben andar los filósofos griegos y sus intentos por definir el átomo o, mucho más cerca, Albert Einstein con su famosa ecuación  $E=mc^2$ , pero no nos remontamos tan atrás, porque la primera pregunta de este relato se adentra en el destino ulterior del trabajo premiado y del propio investigador: «Cuando me dieron el premio, en 2006, ya estaba trabajando, pero no en temas de investigación. Ese esfuerzo quedó allí, en el proyecto de fin de carrera. Actualmente, a nivel internacional hay grupos inversores potentes desarrollando nuevos reactores nucleares en la línea de ese tipo de transmutadores o reactores rápidos para un mejor aprovechamiento del combustible nuclear y de sus residuos. Son variantes diferentes, pero todas siguen la misma filosofía: el desarrollo de la energía nuclear como fuente de generación eléctrica sostenible, más allá del concepto actual de reactores. Se puede profundizar en su diseño para que sean más sostenibles desde el punto de vista del aprovechamiento del recurso. Por tanto, aquel objetivo mío de darle una mayor sostenibilidad a la producción de energía nuclear en cuanto al tratamiento de los residuos sigue siendo una meta importante».

Aunque han transcurrido casi tres lustros, pues Miguel es el segundo de una lista de quince ingenieros galardonados por la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, la gratitud y el recuerdo siguen muy vivos: «Sentí un gran agradecimiento. Que recién terminado el proyecto de fin de carrera te den un premio, el solo hecho de que exista ese premio y una fundación que se plantee premiar a personas muy jóvenes que están haciendo un desarrollo tecnológico, innovando, es de agradecer. Y ya en el plano personal, la verdad que me hizo sentir orgulloso ese reconocimiento, especialmente porque el jurado estaba integrado por miembros del Colegio de Ingenieros y de la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid, organismos con probada capacidad técnica».

## Un «centinela» nuclear

Aunque no siguió dedicándose a la investigación, la experiencia adquirida fue decisiva en la andadura profesional de Miguel y a punto estuvo de hacerlo permanecer en una oficina en Madrid, lejos de cualquier central nuclear: «en Empresarios Agrupados, la primera empresa en que trabajé, estuve haciendo al principio simulaciones con códigos de cálculo neutrónico, que ya había utilizado durante el proyecto. Me habían contratado con la idea de enviarme a la central nuclear de Almaraz, a la ingeniería de planta, pero mi jefe se interesó por los cálculos que yo manejaba, con un código estadístico denominado “de Montecarlo” y buscó a otra persona para que fuera a Almaraz. En cierto momento, tuve que insistir en irme a la central, a donde finalmente marché en marzo de 2006».

A partir de ahí, la seguridad nuclear será el ámbito clave en la trayectoria profesional de este ingeniero. Para trabajar en dicha área lo contrata Iberdrola, donde permanece más de una década después. Se desempeñó durante algunos años como responsable de Seguridad Nuclear de la central de Cofrentes. Fueron años de revisiones de seguridad de diseño, procesos y actividades de la central, de asegurar el cumplimiento de las autorizaciones administrativas, ministeriales y del organismo regulador, el Consejo de Seguridad Nuclear, para todas las modificaciones y proyectos; de estudiar y aplicar intensamente la numerosa normativa nacional, europea y también del país de origen de los reactores (esta última, en el caso español, básicamente estadounidense).

Después de casi cinco años, Miguel pasa a responsable de Licenciamiento, su cargo actual. Para los profanos, ese término no dice mucho, pero el licenciamiento es la labor de vigilancia del cumplimiento de la normativa, de todos esos requisitos reguladores vigentes y también de la interlocución con el organismo regulador, el Consejo de Seguridad Nuclear, representado en la planta a través de inspectores residentes, y que cuenta también con un cuerpo de inspectores no desplazado a las centrales, pero que a lo largo del año realiza una intensa labor inspectora, con múltiples visitas. En esa especie de interfaz humana, Miguel Sánchez es el interlocutor habitual de su central con el organismo regulador.

En los últimos años, entre expertos y foros diversos, varias voces señalan a la nuclear como la mejor energía de transición hacia energías más limpias y renovables; en tanto, otras opiniones le auguran muchísima más vida o, por el contrario, un pronto y definitivo adiós. ¿Qué opina Miguel Sánchez?

«Mi humilde visión (porque aquí hay gente con mucho conocimiento y mucho que decir): actualmente la prioridad se centra en los modelos energéticos que no sean intensivos en carbono, es decir, en la descarbonización de la economía como modo de frenar el cambio climático. Y en ese escenario la energía nuclear tiene un papel fundamental, porque es una fuente capaz de producir grandes cantidades de energía sin emitir  $\text{CO}_2$  y de una manera segura y fiable. Es decir, de manera continua, sin depender de oscilaciones en la climatología, sin estar expuesta a vaivenes de los mercados de las materias primas, con precios muy estables. Las centrales nucleares son las que más horas de funcionamiento tienen porque es una tecnología robusta y fiable. Incluso los residuos nucleares se gestionan y no se vierten al medio ambiente.

»En ese sentido es respetuosa con el medioambiente. Todas las tecnologías tienen sus residuos, incluso las propias energías renovables, porque se emplea energía para su fabricación e instalación y porque al final de su vida útil también se convierten en residuos que contienen materiales en algunos casos peligrosos para el medioambiente.

»Hoy, el grado de desarrollo de esas energías renovables, con una penetración impresionante en el mercado, impensable hace diez o veinte años, tiene que estar complementado por otro tipo de energía de base que dé la garantía del suministro y que además frene el precio de la energía. Ahí es donde está el papel de la energía nuclear, como actor fundamental en la transición energética hacia un mundo descarbonizado y renovable. Si la nuclear desaparece, ese papel lo va a desempeñar otra tecnología menos respetuosa con el medio ambiente y con emisiones de  $\text{CO}_2$ . Luego, también hay defensores de un papel más importante de la energía nuclear, no solo en la transición sino en el largo plazo».



En 2009, durante una visita técnica a Chernóbil, en el norte de Ucrania, donde ocurrió un catastrófico accidente nuclear en el año 1986.

## Las peripecias de un divulgador convencido

Tal convicción en la necesidad y el potencial de la energía nuclear han llevado a este ingeniero a convertirse en un activo divulgador, hasta el punto de ejercer en los últimos cinco años la presidencia del comité editor de la revista Nuclear España, publicación mensual de la Sociedad Nuclear Española (SNE), publicada durante más de 35 años.

Desde muy temprano, en paralelo a su trabajo profesional, Sánchez López se incorporó a la SNE, la asociación de los profesionales del sector en España, a través de una de sus comisiones, los llamados «Jóvenes Nucleares». Y aunque tal nombre pueda sugerirnos una imagen de traviesos seres radiactivos y brillantes, ciertamente estos benjamines de la familia nuclear española no han irradiado otra cosa que actividad e iniciativa, totalmente voluntaria y sin remuneración alguna: divulgación científica, charlas en colegios, publicaciones, libros, un curso básico de energía nuclear, otros especializados para universitarios, por citar solo algunas.



Foto de familia del Comité Editor de la revista de la Sociedad Nuclear Española en 2018, que preside Miguel Sánchez López (al centro de la foto).

## LA RECETA DE MIGUEL PARA «GUISAR» UN BUEN INGENIERO.

Es difícil, porque los ingenieros somos muy polivalentes y nos dedicamos a muchas cosas. Por un lado, no puede faltar una formación técnica y académica consistente, esa es la base. Por otro, una capacidad de aprendizaje continuo y de adaptación permanente a las condiciones. El mundo en que vivimos es un entorno continuamente cambiante.

Añadiría una cualidad que no solemos tener los ingenieros, y es fundamental: las aptitudes y habilidades sociales; la inteligencia emocional. Habitualmente no llevamos muy trabajada esa parte, y en función del puesto (aunque muy frecuentemente) la profesión del ingeniero necesita de ese tipo de habilidades. Y diría más, es determinante y te diferencia de otras porque la capacidad se sobreentiende, se lleva de serie, pero estas otras habilidades no. Y al final, en el mundo profesional, más que con máquinas, libros y ecuaciones, tratas con personas.

Lo que hace funcionar a las organizaciones son las personas. En la empresa donde trabajo, en Iberdrola, se pone muchísimo el acento en las personas. Especialmente en el sector nuclear, el factor humano (minimizar el error humano, crear un ambiente de trabajo óptimo, potenciar el refuerzo positivo a las personas, lograr una comunicación honesta y efectiva), está muy valorado y debe formar parte de un buen ingeniero, algo que quizás no era así en el pasado.

Es importante dominar la Comunicación. No vale solo con hacerlo bien, sino que hay que convencer a los interlocutores, a la sociedad de que lo estamos haciendo bien. Ser transparentes e informar. Y transmitir nuestro mensaje del modo más adaptado posible a sus receptores, porque los ingenieros en el mundo nuclear siempre hemos hablado nuestro idioma, nos hemos entendido muy bien entre nosotros, pero no nos ha entendido nadie más.



En la memoria, esa época de amigos y colegas apasionados del mundo nuclear aún parece muy vívida en Miguel: «Ya yo no pertenezco a Jóvenes Nucleares, porque cuando cumplés los 35 se deja de serlo. Pero hay un relevo que viene con muchas ganas. Jóvenes Nucleares no es una invención española, sino un movimiento a nivel mundial; hay jóvenes nucleares en casi todos los países donde existe tecnología nuclear e incluso en algunos en los que no. La European Nuclear Society Young Generation Network (ENS-YGN) está adscrita a otra

internacional. Yo formé parte de la junta directiva de ENS-YGN, como representante español. En aquel momento organizamos en España, en Córdoba en el año 2009, el congreso europeo de jóvenes nucleares. Durante esa etapa tuve la oportunidad de realizar múltiples viajes: Interlaken (Suiza), Edimburgo, París, Bruselas, Praga... Estos se suman a otros viajes profesionales por mi trabajo a Estados Unidos, Europa y, sobre todo, a la central nuclear de Cofrentes, en Valencia.

»El desconocimiento genera desconfianza y rechazo. Por eso, tanto Jóvenes Nucleares como la SNE se esfuerzan por divulgar y crear conocimiento. Está demostrado que cuanto mayor conocimiento, mayor aceptación, porque la tecnología nuclear tiene claros beneficios para la sociedad, tanto en el campo de generación de electricidad como en otros muchos, como la medicina nuclear, el radiodiagnóstico, la radiación de alimentos, la esterilización, la datación arqueológica, etc. Son campos beneficiosos para el ser humano. También ha estado presente en campos que no han sido beneficiosos, no lo vamos a negar.

»Reconozco que tengo una afición vocacional de difundir y comunicar. Es una labor de gran dedicación, y la he hecho “por amor al arte”, por vocación, de manera complementaria a mi trabajo. Pero la veo como una labor social necesaria y a la vez muy grata. Cuando vas a un colegio o a una universidad a dar charlas, la aceptación siempre es muy buena, la gente se interesa mucho y pregunta. He impartido durante algunos años en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid un seminario especializado sobre reactores nucleares avanzados, organizado por Jóvenes Nucleares, que se sigue impartiendo, al igual que otro sobre fusión nuclear. La verdad es que son reconfortantes, una de las cosas que más he disfrutado, dar estos cursos y aproximarme a gente que de verdad quiere saber y hacerlo de primera mano, de alguien que está trabajando en ello».

## El terrorismo de cerca

Por esas coincidencias y vueltas de la vida, probablemente Miguel Sánchez López sea uno de los pocos ingenieros premiados por la Fundación Rodolfo Benito Samaniego que viera más de una vez en persona a Rodolfo, quien también trabajó en Empresarios Agrupados, el primer destino laboral de Miguel.

El terrorismo no ha sido una noticia lejana en los medios de comunicación, sino que ha tenido nombres y rostros propios para este ingeniero madrileño: «El terrorismo sí que me ha tocado de cerca, con amigos y compañeros. Rodolfo era de mi misma escuela de ingenieros, de la Politécnica de Madrid y coincidimos, aunque de lejos, en mi primera empresa; hubo otra chica de la escuela, María Fernández del Amo, que perdió la vida ese mismo 11 de marzo y luego, mi compañero de batallas en Jóvenes Nucleares, con quien estuve de visita técnica en Chernóbil y en tantas actividades, Juan Alberto González Garrido, quien fue asesinado en noviembre de 2015, en el atentado terrorista en la sala Bataclán de París, donde vivía con su pareja. Era un buen amigo de la época



de Jóvenes Nucleares, compañero de junta directiva... Ingeniero industrial, especializado en energía nuclear, estuvo primero en Marsella y luego en París, en la empresa estatal de electricidad de Francia. Y, sobre todo, era una excelente persona.

»Con Juan Alberto fue muy duro porque sabíamos que estaba en la sala Bataclán, y no supimos de él durante horas, hasta que se confirmó el peor de los desenlaces. Tenemos un premio en la Sociedad Nuclear en honor a él».

## Familiar energía

No hay en la historia de Miguel una marcada y temprana vocación por la especialización en energía que ahora tanto ama. Más bien, un camino hecho —y disfrutado— paso a paso. Oriundo de Alcorcón, con una madre enfermera y un padre profesor de inglés (aunque algo aficionado a la ingeniería), se decantó por esa carrera gracias a sus aptitudes para las ciencias exactas y a cierto gusto por el mundo de las máquinas y de la industria.

Así que cuando terminó su etapa formativa previa a la universidad en el colegio religioso concertado Amor de Dios, de Alcorcón, ya tenía claro que se encaminaría hacia la Ingeniería Industrial. Sobre la marcha, esa indefinición inicial de los primeros años universitarios dio paso a una auténtica pasión por la energía: «Al final, la historia del ser humano va muy ligada a la energía. La energía es el vector del desarrollo y así ha sido a lo largo de la historia. Y es aún más interesante hoy, en un momento de transición hacia un modelo más sostenible», reflexiona.

«Es un campo muy útil. La energía es un gran bien: que las personas puedan contar con ella es claramente un beneficio para su calidad de vida, una posibilidad de una vida más digna, con mayor comodidad; todo eso es atractivo de por sí».



En Interlaken, Suiza, en 2008, con su amigo y colega de jóvenes nucleares, Miguel Ángel Millán.

Y energía es lo que parece haberle sobrado a Miguel también en su vida personal. De otro modo no se explica esa hermosa familia creada —entre inspecciones, viajes, congresos, revistas y cursos— con su esposa Eva y sus tres hijos: Paula, de seis años; Sergio, de cuatro y Daniel, de apenas un año. La de Eva y Miguel es una historia de amor entre ingenieros, con un inicio casi de cine: Eva, también ingeniera industrial dedicada a la energía (aunque a otro tipo de plantas: de gas, de biomasa y petroquímicas) es natural de Villafranca de los Barros (Badajoz), aunque vivía en Madrid y trabajaba exactamente en la misma empresa de Miguel, en Empresarios Agrupados, pero no se conocieron allí, sino a muchos kilómetros de distancia, en Málaga, durante el verano del 2006 y gracias a una amiga común de la central extremeña de Almaraz, en un enredo de geografías y coincidencias. A partir de ahí, ya todo fue fusión amorosa y fisión paternal. Empezaron a salir en 2007, se casaron en 2010 y hoy constituyen una familia numerosa y muy animada.



Eva, Miguel y su escalera de energía infantil: Paula, Daniel, el más peque, en el centro, y Sergio, el mediano, a la derecha.

Uno de los placeres confesables de este ingeniero tan energético y a la vez tan pacientemente controlado es el disfrute de una buena cata de vino español. Pero la pregunta de la despedida llega sin un buen vino que llevarse al paladar:

— ¿Los ingenieros sueñan?

— Claro, como todo el mundo...

— ¿Con qué sueñas tú?

— ¡Ah!... Esa pregunta así... Puedo soñar con muchas cosas... Pero voy a contarte uno muy relacionado con la labor que hace la Fundación Rodolfo Benito Samaniego: sueño con un mundo en el que prime la convivencia de las personas, en paz, donde todas las personas puedan desarrollarse libremente y avanzar, pero siempre con respeto hacia los demás.

Es uno de los mejores sueños posibles. Convivir en paz y libertad, y que cada uno pueda desarrollar su potencial sin miedo a que nadie le coarte, le prive de su libertad o incluso de su vida. Que nadie le quite la vida a nadie por ser o pensar diferente. Es una aspiración idealista, porque la realidad es compleja. Pero merece la pena soñar y sobre todo trabajar para ello.



## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Sin ser un especialista en temas de investigación, pues mi contacto fue corto, únicamente durante mi etapa en la universidad, sí creo que quizás aquí en España nos falta un poco de implicación del sector privado en la investigación, en comparación con otros países. Por ejemplo, en el desarrollo de nuevos reactores hay varios grupos inversores detrás. Sin ir más lejos, en Estados Unidos, Bill Gates ha creado una empresa junto a otros grupos inversores llamada Terra Power, que está desarrollando modelos de reactor revolucionarios. Son nuevos desarrollos porque consideran que las crecientes necesidades energéticas mundiales van a necesitar de varios tipos de fuentes de energía, entre ellas, la nuclear. Consideran que la producción nuclear actual se debe multiplicar por cinco, teniendo en cuenta el crecimiento energético mundial.

Partiendo de la base de que deben desarrollarse las energías renovables, casi todas las tecnologías van a tener que contribuir. Hablábamos de la transición energética en el caso español, pero no hemos hablado de los países que demandan cada vez más energía como parte de su desarrollo, y necesitan un consumo más intensivo, pero a la vez sostenible y ahí es donde Bill Gates y otros están invirtiendo.

En España eso se echa de menos, porque aquí no tenemos esa presencia tan fuerte, aunque es de agradecer que haya organismos, como el CIEMAT, y universidades, como la Universidad Politécnica de Madrid, la de Cataluña o la de Valencia, que perseveran en la investigación en el campo nuclear.

Ahora bien, insisto en que, como no es mi campo, tampoco conozco el mundo de la investigación para hacer un diagnóstico muy claro.



## SERGIO DE RICO HERRERO

«Importancia en la seguridad vial de la eficacia en la asistencia médica in situ a los accidentados de tráfico y desarrollo de sistemas de mejora».

Escuela Superior Politécnica de la Universidad Carlos III de Madrid.

### SALVANDO VIDAS EN LA CARRETERA: ¿Y LA GENTE DÓNDE ESTÁ?

Mientras estudiaba ingeniería, Sergio de Rico trabajaba como técnico de emergencias en una UVI móvil. Allí vivía la realidad del rescate de los accidentes de tráfico un día sí y otro también. Luego llegaba al aula universitaria y al estudiar los accidentes de coches le hablaban de la masa del vehículo, la velocidad, la inercia, la masa del *dummie* o muñeco de pruebas, la desaceleración de su cabeza, las fuerzas experimentadas y muchas otras variables en ecuaciones interminables en la pizarra, mientras él se preguntaba: «¿y la gente dónde está?».

De esa inquietud, jamás satisfecha por aquellos ensayos de *crash* ni por el prisma aséptico de la ingeniería forense, nació su trabajo de fin de carrera, enmarcado en el campo de la seguridad posaccidente, y en el cual creó prototipos completos de dos sistemas de seguridad: el E-Light, un ingenioso sistema de iluminación automática capaz de convertir el coche prácticamente en una linterna, y el E-Rescue o sillón de rescate, que mediante cinchas y un collarín convierte el asiento del coche en una herramienta para inmovilizar y evacuar inmediatamente al inmovilizado.

Técnicamente, el E-light es tremendamente ingenioso, pues se logra a través de dos depósitos que producen quimioluminiscencia para avisar al resto de conductores, diseñados mediante el cálculo por elementos finitos y el empleo de una secuencia de válvulas de apertura y cierre para conseguir la expulsión de los fluidos generadores de la señal luminosa. Por su parte, el E-Rescue acelera considerablemente el tiempo de inmovilización y rescate, al sustituir la tradicional y difícilmente manipulable férula de Kendrick (de la cual habitualmente se dispone solo una por ambulancia).

Tan convencido estaba De Rico Herrero de la necesidad y la viabilidad de su creación, que incluso antes de presentar el proyecto patentó en España ambos ingenios, algo poco habitual en los trabajos de fin de carrera.

Como bien afirma este creativo ingeniero, sería impensable que en un edificio no existieran mangueras para los bomberos; o en un barco, botes salvavidas y hasta en un avión hay chalecos por si caemos en el agua, pero en los vehículos te dicen: ¡Hala, ya vendrá alguien y te rescatará! Muy bien, pero... ¿los ayudamos a rescatarnos, o no?

Un concepto para reflexionar es la llamada hora de oro, el tiempo máximo en que debe llevarse a la persona al hospital para tener posibilidades de supervivencia. Precisamente, el E-Rescue disminuye en un 70 % el tiempo de rescate de los accidentados.

Podríamos añadir dos cifras elocuentes del Anuario Estadístico de la Dirección General de Tráfico (DGT): En 2007, el año en que la Fundación Rodolfo Benito Samaniego otorgó su Premio a la Innovación Tecnológica a este trabajo, el total de accidentes de circulación con víctimas en España era de 100 mil 508. Diez años después, en 2017, ya sobrepasaba la cifra de 102 mil 233. Y con estos dos números, ya estaría dicho casi todo. Pero no es así, porque esta es una historia larga; la de un ingeniero defendiendo su trabajo contra viento y marea.

## Menciones Honoríficas del año 2007

- ▶ **Daniel Fernández Caballero.** «Desarrollo alternativo de la timonería del bogie de las cabezas tractoras 250 para trenes TALGO serie 7 de ancho desplazable».
- ▶ **Ramón Gil González.** «Diseño, desarrollo e instalación de una plataforma multipropósito e implementación de instrumentación para simulador de conducción».



# Sergio de Rico:

## LA PERSEVERANCIA DE UN INVENTOR

En los últimos tiempos le llaman con muchos nombres bonitos: resiliencia, resistencia, capacidad de adaptación, y patatín patatán sobre la mil veces mentada salida de la «zona de confort»... Pero al final de la jornada, nos queda la pura y dura perseverancia de toda la vida. De eso va este relato, de la inenarrable perseverancia de un auténtico inventor madrileño que nunca se ha dado por vencido.

Sergio de Rico ya tuvo que echar mano de toda su fuerza de voluntad durante sus estudios universitarios. Mientras sus compañeros elegían de seis a ocho asignaturas, él batallaba con entre diez y doce. Así logró obtener el título de ingeniero industrial con una doble especialización, en máquinas y estructuras y en organización industrial. A la vez, en sus fines de semana y vacaciones, cubría suplencias y realizaba guardias de 24 horas como técnico de emergencias en una UVI móvil.

Sergio es el único de los premiados por la Fundación Rodolfo Benito Samaniego en estos quince años que, además de seguir inmerso en el tema exacto de la investigación galardonada, la ha llevado hasta las últimas consecuencias, a gran coste personal: a la obtención de patentes en varios países y a la creación de una empresa para fabricar el producto final. Es el único de los ingenieros de este libro que trabaja por cuenta propia, convertido en empresario. Hoy es socio y director de su propia empresa, Innovation & Safety.

Con la innegable excelencia de los intelectos que desfilan por estas páginas, quizás este hecho dé una buena idea de la carrera de obstáculos que enfrenta el emprendimiento empresarial innovador en España.

Para rastrear esa bendita terquedad, hay que remontarse a la vivencia temprana de un estudiante del Liceo Francés de Madrid, cuya clase de al lado tuvo un accidente gravísimo en los Pirineos, al regreso de una excursión a Francia. El autobús dio una vuelta de campana, murieron cuatro compañeras y otros muchos se lesionaron. Aquel niño de once años llamado Sergio lo vivió muy de cerca porque su madre era la responsable médica del liceo y permanecía todo el tiempo al teléfono coordinando con embajadas la repatriación de cadáveres, de heridos graves, la información, las ruedas de prensa. «Pensé que me podía pasar a mí. Comprobé de una manera muy palpable que era mortal, que no estaría aquí por siempre», rememora este ingeniero de 39 años.





Sergio en su empresa, frente a una demostración del funcionamiento del E-Rescue, ahora en autobuses...

Pero la motivación definitiva llegó cuando se formó como técnico para trabajar en emergencia y entre los 18 y 19 años ya integró varios equipos de UVI móvil desplazados por toda la Comunidad de Madrid, desde la sierra norte hasta la capital y todo el sur: «Es una experiencia vital muy importante para cualquiera. He visto de todo, siempre en segunda línea, porque obviamente, son cuatro integrantes: el médico, el enfermero, el técnico (que era yo) y el conductor, y quien decide allí es el médico. El técnico está para ayudar en lo que sea. Pero vi de todo: desde infartos, tiros, navajazos, precipitados, sobredosis, atendí un parto, atropellados. Eso te impacta y aprendes a manejarte en situaciones muy complejas. Y sobre

todo en las zonas periféricas te encuentras con accidentes de tráfico de todos los colores; por alcance, por choques frontales, salidas de vía, de moto, de coche, con ocho víctimas simultáneas en un minibús, trabajando con bomberos, de todo».

«Como técnico y como ingeniero me di cuenta de que, si para rescatar a alguien tienes que inmovilizarle la espalda y ya está sobre algo rígido, que es el asiento, ¿por qué tengo que ponerle un corsé rígido y demás cuando ya está sobre algo rígido, si lo único que necesito es poderte inmovilizar y pegarte a esa cosa, y sacarte con ello? Le empecé a dar vueltas, conseguí asientos de desguaces, los desmonté en casa de mis padres en el garaje, empecé a atarme a un asiento a ver cómo tendrían que ir las cinchas, cómo estaban hechos los mecanismos de los asientos, cómo podría soltar un respaldo, un asiento completo, y le empecé a dar vueltas y cuando me tocó el proyecto de fin de carrera me dije: pues no quiero hacer algo teórico, ni estudiar un tornillo de rosca de chapa, que seguro que está muy estudiado, quiero hacer esto. Se lo propuse a mi profesor y tutor, José Luis San Román, quien, por supuesto se implicó y me orientó, pero todo estaba en mi mente, eran ideas en mi mente».

## El viaje del héroe o cabezazos contra la pared

Los expertos en narratología suelen teorizar ríos de tinta sobre una estrategia narrativa denominada «el viaje del héroe». Desde el Moby Dick de Melville hasta la Guerra de las Galaxias, prácticamente en todas las obras de la literatura y el cine universales, el héroe (y más recientemente también la heroína) tropieza, sufre, cae y recae, hasta su triunfo final. Y nosotros con ellos. Hay incluso modelos —bastante ingenieriles, por cierto— que intentan apresar matemáticamente en qué momento del texto o del guion debe ocurrir cada nueva vicisitud.

La historia de Sergio y de su E-Rescue haría las delicias de los narratólogos, pues más que un auténtico viaje del héroe, en buen castizo sería una crónica sobre el arte de darse cabezazos contra la pared y persistir en el intento. Pero nadie lo cuenta mejor que su protagonista:

«En 2007 ya tenía las patentes iniciales y entonces llegó el Premio a la Innovación Tecnológica, por el cual siempre le estaré muy agradecido a la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, porque fue el primero de los premios, me llevó a otro nivel, no me lo creía. Fue increíble. Todavía me acuerdo de cuando el gerente, Nacho, vino a visitarme, a contarme que había ganado el premio. Estaba alucinando. Fue una gran ilusión. Además, un premio limpio, que se valora sin ningún prejuicio por verdaderos expertos del Colegio y de la Asociación de ingenieros industriales de Madrid».

»En fin, yo lo seguía intentando, invirtiendo en patentes y demás. Pero siempre pensando “voy a vivir de los royalties”, “voy a intentar vender la idea”. Tenía la idea, los prototipos que funcionaban, pero no tenía el producto final como tal. Pensaba vender la patente o ayudar a una empresa a desarrollarlo a nivel industrial; comercializarlo con las compañías de coches. Esa era mi idea. Pero te estampas contra una industria enorme. El diseño que hice requería modificar lo que ya tenían o diseñar un asiento desde cero porque no se puede acoplar sin hacer ningún cambio. Te pegas contra un imposible. No puedes llegar a alguien, por muy buena que sea tu idea, y decirle: “Te voy a cambiar el diseño, te voy a cambiar lo que estás haciendo y encima me vas a dar dinero porque tengo una patente”. El mundo no funciona así.

»He llegado a ir junto con mi mujer hasta París en mi coche, con los prototipos, reunirme en la central de Renault, también en la central de Peugeot Citroën, con un comité de expertos, a exponerles todo. Era muy nuevo. Pero no era la forma adecuada de comercialización. Uno puede tener una idea muy buena, pero casi nadie te da dinero por una idea. Tienes que convertirla en un producto».

Y mientras tanto, lógicamente, nuestro héroe tenía que subsistir: «al principio, en la época en que me dieron el premio de la fundación, como necesitaba

El inventor convertido en empresario, en la sede de su empresa, Innovation & Safety.





Con Glecia, imprescindible compañera en la vida y en el trabajo.

simular cosas por ordenador, entré en una empresa de software de simulación ingenieril que vendía programas y me convertí en un experto en simulación, lo cual me ha venido genial. Estuve ahí siete u ocho años, hasta 2013 y en mi tiempo libre seguía perfeccionando el E-Rescue. En 2014, con la crisis, terminé en el paro, y vi que tenía dos años por delante.

»Conseguí salir adelante haciendo trabajitos de ingeniería, pero tenía claro lo que tenía en las manos. Empecé, con mi dinero, a viajar, a visitar a gente en Europa, a hacer trabajos con la DGT, estudios de cómo esto podía salvar vidas, de su impacto en la seguridad vial. Al fin me podía dedicar 100 % a esto, claro, ajustando al máximo los gastos y los presupuestos, porque todo salía de mi bolsillo y yo estaba en el paro, y al final llegamos a parir la idea de que debíamos concentrarnos en los autobuses. Yo le solía pedir consejo a un amigo de mis padres que fue subdirector general en la Caixa y subdirector económico y financiero del grupo Repsol. Él se las sabe todas del universo contable y justo se acababa de jubilar. Yo tenía la idea y el producto, pero no el capital financiero, y sin buscarlo, un día me dijo: “ese dinero que necesitas para probarlo durante un año y patentarlo, te lo pongo yo”. Así conseguí mi primer inversor, cuando ni me lo esperaba. Conseguimos hacer la segunda patente con la versión del E-Rescue para el autobús en 2016».

## El giro hacia los autobuses y una historia de amor

Todo héroe que se precie debe hacer ajustes en su viaje y, ¡cómo no!, vivir una historia de amor. En el caso de Sergio, tras una primera boda y un divorcio, llegó a su vida su actual esposa, Glecia Nogueira, una brasileña afincada desde hace años en España, con experiencia como empresaria en Barcelona, y cuyo apoyo nuestro inventor considera absolutamente vital. ¡Ah!, atención narratólogos, por si no lo habéis notado, el viraje de este guion fue hacia los autobuses de largo recorrido. Y aquí entra de nuevo la voz en off de nuestro héroe:

«Me estampaba una y otra vez contra la realidad. Cuando Glecia y yo empezamos a vivir juntos, vimos que ese no era el enfoque, que podía seguir toda la vida llamando a los fabricantes. Y ella me empezó a inculcar la idea: “¿Por qué no montas una empresa? ¿Y por qué no fabricas tú?”. Y cuando me quedé en paro, me dijo: “es el día más feliz de tu vida. Vas a crear tu empresa”. Es un enfoque completamente distinto. Me di cuenta de



## LA RECETA DE SERGIO PARA «QUISAR» UN BUEN INGENIERO:

«Aparte de ser capaz de estudiar y concentrarse y ver la luz al final del túnel, entre tantos libros, hay que estar muy en contacto con el mundo real, con la vida; ser muy manitas, tocar las cosas con las manos. Si eres mecánico, desmonta coches; si eres eléctrico, haz de todo. Crea, haz con tus manos. Un ingeniero se tiene que remangar, y ensuciarse las manos para desmontar las cosas. Preocuparse. Eres ingeniero las 24 horas al día y debes pensar en por qué funcionan, cómo lo han hecho, de dónde ha salido la pieza, cómo lo han fabricado, cómo se ha ensamblado; todo, desde un boli hasta un avión.

Diseñamos el mundo. Creamos lo que la sociedad necesita. Y no solo tienes que saber de productos y demás, sino que debes conocer la sociedad porque un producto se crea para satisfacer una demanda. Me da igual si te gusta el Kayak, o haces senderismo, como si quieres ir a la luna, tienes que meterte a fondo en ese campo para ver dónde están los problemas y cómo se solucionan. Y estar muy en contacto con la gente, para ver lo que les importa y sus necesidades. Hay que vivir las cosas en primera persona para entender a fondo los problemas».

que, en lugar de empeñarme en los coches, que es una industria gigantesca y con muchísima inercia, quizás era mejor centrarse en los autobuses. Porque las cosas son más sencillas, los asientos son modulares, los diseños de las butacas no cambian en años o décadas...

»Antes, en un asiento de coche, el concepto del E-Rescue era soltar el respaldo, lo cual tiene ventajas e inconvenientes, pero requiere de un rediseño de todo el asiento, y me percaté de que era mucho más sencillo sacar el asiento entero. Y eso es mucho más sencillo en un autobús. Al final, lo simple es lo que gana. No se trata de hacer un iPhone ni nada de eso. Los asientos de autobuses son más simples, son modulares, con un anclaje entre medias. Y, además, es más difícil salvar a las personas en un autobús, por el exceso de personas y falta de materiales y de espacio. Por tanto, el beneficio que aporta allí el E-Rescue es aún mayor. A partir de 2015 me centro en los autobuses. ¿Qué proporciona el E-Rescue? El material para cada persona, justo donde lo necesita, en su butaca y cada vez que sacas un asiento, ganas espacio. Sacas a la gente antes y la llevas a un hospital y te ahorras muchas vidas por el camino.

»Ha sido clave el apoyo de mi mujer. Aunque ella no sea ingeniera, se le ocurren muchas

cosas. Hacemos una tormenta de ideas permanente. Cuando piensas que la solución es tal pieza, pues muy bien, pero... ¿dónde la encuentras, y qué vale y cómo la fabricas, y qué máquina necesitas?... Es atípico, porque somos una pareja a la que nos encanta trabajar juntos, estamos las 24 horas y no nos cansamos. Ella tiene experiencia en el manejo de una fábrica, en temas de proveedores, y lo mismo coge un taladro que te desmonta una butaca. También es un apoyo vital porque cuando ya te metes a empresario hay cosas que los libros no cuentan. En una negociación o en una entrevista, Glicia sabe leer muy bien si alguien va

de listillo, si va de farol, posee esa intuición femenina, esas habilidades de comunicación, de empatía, de saber estar... Somos muy buen equipo.

»Aunque el proyecto inicial sea mío, en esta nueva etapa y versión es indispensable mencionarla a ella, porque está siempre a mi lado. Me apoyó con firmeza cuando yo estaba en paro y no sabía por dónde tirar... Tienes que encontrar soluciones efectivas y simples y seguir erre que erre y asumir riesgos, porque obviamente una inversión de este calibre requiere tomar riesgos, poner de tu bolsillo dinero personal en todo esto, que se lo quitas a la familia. En el verano de 2018, sin ir más lejos, nuestras vacaciones fueron un fin de semana en una playa muy normalita aquí en España porque el dinero nos lo habíamos gastado en patentes. ¿Qué prefieres? ¿Tener la patente concedida en diez países europeos o irte de vacaciones este verano? Entonces, hay que llegar y decir: vamos a ser muy felices en esta playa en Valencia».

## Hechos y más hechos

Caídas, derrapes, y nuevos comienzos hay en esta historia hasta para regalar. Ni un oscarizado guionista de Hollywood sería capaz de reflejarlos por completo. Por eso, mejor avanzar hacia los hechos. Al fin y al cabo, esta humilde narradora se educó en la firme creencia de que la práctica es el criterio de la verdad.

Hoy, el actual E-Rescue para autobuses está patentado en diez países de la Unión Europea (España, Portugal, Francia, Italia, Alemania, Reino Unido, Polonia, Noruega, Turquía y Bélgica) y también en Estados Unidos, México, Brasil y China. Y un secreto en primicia: la idea futura es volver erre que erre al coche. ¡Vivir para ver!

Los simulacros de salvamento con el E-Rescue han sido más que positivos:

En 2016, en cooperación con el SUMA 112 de Madrid y con Protección Civil de San Sebastián de los Reyes, se realizó un gran despliegue, gracias a un estudio científico financiado por la Unión Europea. En una situación idílica, con todos los recursos al alcance, y con todos los parámetros similares, el grupo de control de rescate convencional con el Dispositivo de Extricación Kendrick (DEK) tardó hora y media en evacuar al personal herido. En cambio, con E-Rescue, con las mismas víctimas y rescatadores, tardaron 30 minutos. Se les dio previamente una mera clase teórica, apenas habían practicado.

En noviembre de 2016, en el Hospital Reina Sofía, de Córdoba, se realizó un estudio radiológico para demostrar la mejor inmovilización ofrecida por el sistema E-Rescue, en comparación con los medios habituales de inmovilización de heridos.

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Cuesta mucho en este país que te crean. Se necesitarían muchas más ayudas a fondo perdido. Si llego a nacer en Estados Unidos, quizás al año de haber presentado mi proyecto de fin de carrera estaba dirigiendo un departamento de Ingeniería y sacando esto adelante. Pero aquí todo es “No”. Como las patentes eran mías y la universidad no tenía ninguna participación, no quisieron ni financiarme ir a un congreso en el exterior, aunque hubiera ido con el logo y el nombre de la Carlos III.

Se precisa mucha más inversión en investigación, creer en los proyectos, que no le cuesten al inventor endeudarse, perder su casa o su empresa. Todos los incentivos actuales en España para startups, pymes, las rondas de inversión están diseñados en plan “te como vivo”... Te tengo trabajando como un idiota creyendo en tu proyecto y al final solo creces si al hacerlo lo vas perdiendo todo. Cuando llegas al final, tienes unos tiburones en tu empresa que lo controlan todo y tú estás, después de lo que has creado, sentadito en una esquina, sin hacer nada. Yo me he conseguido librar de eso de milagro, casi me devoran vivo.

Al principio, los inversores no toman gran participación en tu empresa, a lo mejor solo el 10%. Y tú dices: “Bueno, tengo el 90%”, pero cuando empieza a llegar la miel y el despegue te dicen: ampliación de capital. Necesitas poner un millón de euros, si tú tienes el 90% de algo y él solo el 10, a él le tocaría poner 100 mil y a ti, 900 mil, que no tienes. Entonces, como es indispensable y tiene la prioridad para la ampliación del capital, el inversor te obliga a una ampliación donde tú no puedes acudir, y te va diluyendo, hasta que pierdes completamente el control de tu sociedad. Toda tu invención y el trabajo que has creado, se lo queda alguien que simplemente tenía dinero y, además, apalancándose con bancos. Porque a los bancos tú no puedes ir directamente, porque te piden unas garantías de cuánto factura tu empresa. ¡Pero mire usted, si estoy arrancando, qué me está diciendo!

Te terminan sacando fuera de tu propia creación y de tu propia empresa. Me ha costado mucho mantenerme en mi lugar. Esta subvención de la Unión Europea la gana el 1% de quienes se presentan. Y en España no existe nada parecido. Aquí todos son préstamos que tienes que devolver. Acudes a los bancos y tienen la frase perfecta: “Si tú no crees en tu proyecto y pones tu casa como garantía, cómo vamos a creer nosotros”. Oiga, usted, yo estoy buscando un bien social, estoy esforzándome por sacar un proyecto adelante. ¿Lo tengo que avalar encima con mi casa? Las ayudas solo te llegan cuando ya has conseguido algo, cuando ya lo has hecho.



En enero de 2017 se pasaron holgadamente las pruebas de homologación en el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), adscrito al Ministerio de Defensa de España. Tras comprobar la resistencia con cargas de tracción superiores a 1.250 kilogramos de fuerza en cada cinturón, el mecanismo de anclaje de E-Rescue se abre sin dificultad y el asiento puede ser extraído por dos personas sin ayuda de herramientas, de modo que el sistema E-Rescue puede ser instalado en cualquier vehículo de categoría M2 y M3.

Posteriormente se hizo otro simulacro con Protección Civil en abril de 2018, más pequeño, solo en medio autobús, pero más realista, con un triaje de pacientes, ambulancias, etc. y la evacuación con E-Rescue se realizó solo en 20 minutos.

En 2018 se instaló el E-Rescue en 12 autobuses, en dos de Alsa y 10 de Petronor, con mucho interés en el sector de los transportistas.

Después de presentarse y ser rechazado ¡seis veces! en un concurso de subvenciones a la innovación de la Unión Europea, Sergio de Rico y su E-Rescue ganaron finalmente esa subvención H2020 SME Instrument Fase 2, un Instrumento Pyme por el cual compiten empresas innovadoras europeas de todo tipo con un producto nuevo, con ambición de comercializarlo y crear un negocio a nivel europeo. Al ganarlo en 2019, cuenta con dos años para ejecutarlo, hasta 2021.

Actualmente, la moderna fábrica ya está en pleno despegue, en un polígono industrial de Guadarrama, con capacidad para equipar un autobús al día, de entre 55 a 60 asientos, es decir, 10 000 unidades por año en un turno, aunque está pensada para trabajar 24 horas si fuese necesario, con vestidores, comedor, duchas, y todas las instalaciones.

## Sueños y más sueños

La materia de los sueños, esa que tan prístina queda en los poemas, está hecha de sudor, riesgos, caídas, errores y también de mucha esperanza. Sergio lo ha aprendido por el camino. Nieto e hijo de médicos, este madrileño se enamoró desde temprano de la gestión de las emergencias, de esos momentos críticos en que alguien se juega la vida. Pero su amor por las máquinas también era muy fuerte, con motos de campo desde los once años e incontables horas de taller doméstico en el garaje, o durante los veranos en una casa familiar en la Rioja. Así que decidió seguir la estela de su hermana, quien ya había comenzado a estudiar ingeniería, y entrar en la Universidad Carlos III de Madrid. En su familia se entrecruzan ambas vocaciones, la médica y la mecánica, y el E-Rescue es el puente entre ambas.

Además del E-Rescue, ha construido su propia familia. Tras ocho años con Glecia, tienen una niña de tres, «que se llama Sofía y está para comérsela». Completan el quinteto, Ítalo, de 22 y Carolina, de 18 años, hijos de Glecia. Todos, de algún modo, en función del proyecto empresarial, con un día a día de locura.

Después de trece años de pelea, este ingeniero de voz sosegada y maneras amables ha aprendido su propia lección: «la idea es el 1 % de todo el esfuerzo que hay que hacer. El 99 % restante es pegarte y luchar y aprender y mejorar y por más que tropieces y que te digan que no, volverlo a intentar. Perseverar. Aprender a negociar con unos y con otros, que no te tomen el pelo».



Fachada de la moderna fábrica de E-Rescue, en un polígono industrial de Guadarrama, en la sierra de Madrid.

«Salvo por reuniones y eventos puntuales, he permanecido siempre aquí en España, en una carrera de obstáculos, que te reta a cada paso. Para perfeccionar el E-Rescue he metido máquinas de coser industriales en mi casa. Soy ingeniero, no tenía ni idea de coser... Pues ahora coso muy bien, he aprendido a diferenciar las maquinarias, cuál sirve para cada cosa, simulaciones por ordenador, a negociar con proveedores. Porque cuando diseñas algo tienes que ser capaz de pensar en toda la cadena. ¿De verdad soy capaz de producir esto? ¿Voy a encontrar tal pieza barata? ¿Soy capaz de simplificar esto? Muchas ideas maravillosas se caen en el momento en que intentas llevarlas a un volumen de producción».

Basta conocer a Sergio de Rico Herrero, para comprender que los ingenieros sueñan, dormidos y despiertos. Y su sueño tiene un

nombre: «El E-Rescue tiene que convertirse en un estándar. Con este apoyo de la Unión Europea, me voy a plantar en el parlamento, voy a hablar con las instituciones europeas, no voy a parar hasta que se legisle sobre algo que me parece evidente, la seguridad posaccidente, donde no hay nada previsto. Parece increíble que en el ámbito marítimo y aéreo haya sistemas posaccidente, y en el terrestre no haya absolutamente nada. Ya he conseguido algo muy grande, no solo los fondos, sino también el respaldo de la Comisión Europea. Espero que no me pare nadie».

## ANTONIO LAFUENTE MAZUECOS

«Estudio de interacción dinámica de una fuente de espalación en un reactor nuclear subcrítico». Universidad Politécnica de Madrid.

### TRANSMUTANDO, QUE ES GERUNDIO...

Como ya aprendimos en el capítulo 2, la transmutación nuclear se propone —en esencia— acortar la vida radiactiva de los residuos nucleares, uno de los grandes puntos oscuros de esta tecnología energética.

Para comprender este proyecto de fin de carrera, premiado por la Fundación Rodolfo Benito Samaniego en 2008, quizás debamos generar una buena fisión (en este caso, de conceptos) y dividir en partes su título técnico, el cual nos menciona, en primer lugar, a una fuente de espalación externa. La espalación no es más que un tipo de reacción nuclear en la que un protón colisiona con un núcleo pesado y genera una cascada de neutrones.

Por si acaso, recordemos algo de Física elemental: los protones, junto con sus amigos los neutrones, forman el núcleo del átomo. Los protones tienen carga positiva; los neutrones, como su nombre indica, son neutros.

Volviendo al título del trabajo, ¿qué significa eso de un reactor nuclear subcrítico? Pues, a grandes rasgos, todo es una cuestión de balance. En un reactor nuclear tenemos una reacción en cadena; un neutrón produce una reacción de fisión, que a su vez genera nuevas reacciones de fisión. Si esa ratio de neutrones va creciendo, al final se produce un crecimiento exponencial de la población de neutrones, de las reacciones de fisión y de la energía, y eso sería una bomba. Si, por el contrario, cada neutrón de los involucrados en la reacción de fisión genera menos neutrones de los que inicialmente se fisieron, al final la reacción va decayendo. En ese régimen subcrítico no puede funcionar el reactor y para compensar esa falta de neutrones se emplea la citada fuente de espalación externa, con el fin de estabilizar la emisión de neutrones, pues de otra forma el reactor se apagaría.



Esa fuente de espalación le permite al reactor funcionar en un régimen más estable y que facilita el uso de combustibles que de otro modo no serían adecuados para un reactor convencional de fisión, por ejemplo, el Torio. Y ahí es donde entra en juego el plomo bismuto, que en este caso particular hará también las veces de refrigerante. En resumen: se realiza un bombardeo de protones sobre una mezcla de plomo bismuto, para conseguir que se emitan neutrones, los cuales actúan como una especie de cuchillos capaces de partir el núcleo atómico y conseguir el proceso de fisión.

Combustibles como el Torio son difíciles de gestionar en un reactor convencional. Su uso abre una nueva dimensión en la energía nuclear, pues hasta ahora se han utilizado principalmente mezclas de Uranio 235 y Uranio 238, cuyos residuos tienen una vida radiactiva muchísimo mayor que los del Torio. A la vez, con este nuevo tipo de reactores se podría aprovechar mejor el combustible nuclear o incluso incinerar residuos radioactivos dividiéndolos en elementos de vida más corta o estables, al tiempo que se produce energía, la cual se aprovecha para generar electricidad. En fin, nuestra ya vieja conocida transmutación nuclear.

Este proyecto se centra en la propuesta de un refrigerante/moderador que permitiría hacer funcionar un reactor en un régimen subcrítico, todo ello a nivel conceptual. Su objetivo final: una producción de energía más eficiente y segura, con menor proporción de residuos y con una vida más limitada de estos. .

## Menciones Honoríficas del año 2008

- ▶ **Juan Antonio Roldán Paúl.** «Estudio técnico y económico de eficiencia energética».
- ▶ **Almudena Hue Ibargüen.** «Estudio experimental de modelos de contacto tribológico».



# Antonio Lafuente:

## EL VIAJERO DE LOS PROTONES

Ubicado a ocho kilómetros de Ginebra, en la frontera entre Suiza y Francia, el CERN atesora algunos de los hitos y misterios más emocionantes de la ciencia: el Gran Colisionador de Hadrones (o LHC, por sus siglas en inglés), el Bosón de Higgs, la materia oscura, la antimateria, las huellas de un físico casi mítico como Niels Bohr y de otros premios Nobel, e incluso el ordenador donde Tim Berners-Lee creó la gran telaraña de internet.

Todo en la oficialmente denominada Organización Europea para la Investigación Nuclear es inmenso y curioso. Desde las testarudas siglas de CERN, que en nada se corresponden con el nombre actual, sino que proceden de uno provisional surgido en la década de 1950, hasta sus más de 900 millones de euros de presupuesto anual, sus 2500 empleados de diversas nacionalidades de buena parte del orbe y su ya citado LHC, el acelerador de partículas más grande y energético del mundo.

El LHC consiste en un anillo de 27 kilómetros de longitud, situado a 100 metros de profundidad, que incluye todo un conjunto de imanes superconductores y otros dispositivos para acelerar protones y hacerlos colisionar en cuatro puntos concretos, en los cuales se sitúan enormes detectores capaces de analizar hasta el menor detalle del resultado de la colisión de estos protones.

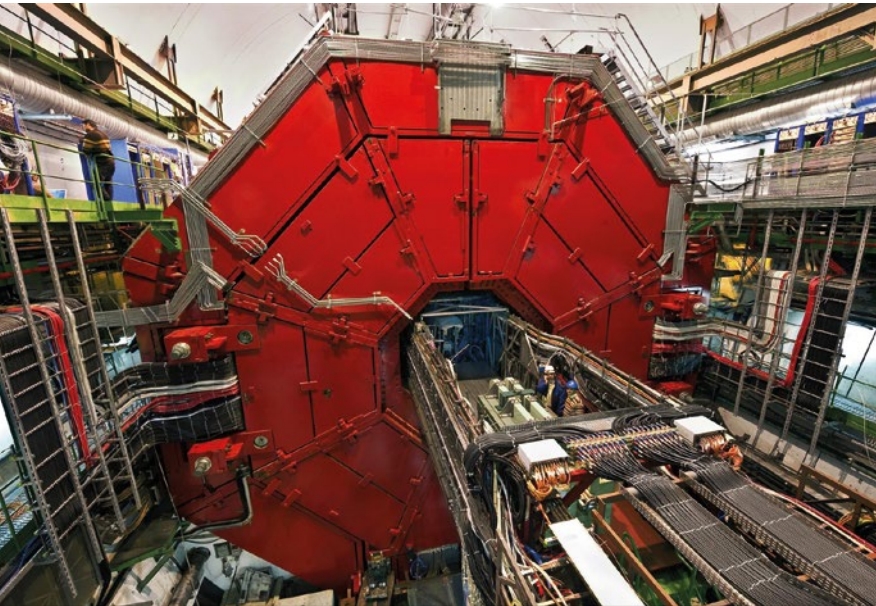
El CERN es un milagro en sí mismo, una especie de torre de Babel de la pasión por la ciencia y el entendimiento humano. Se propone descubrir de qué está hecho el universo y cómo funciona (¡casi nada!) y está dirigido por 23 Estados miembros, cada uno con dos delegados oficiales en su Consejo.

Por todo ello, si usted ama la historia de la ciencia y ha quedado en una cafetería de Madrid con uno de esos afortunados profesionales que trabajan en el CERN, con el fin de recordarle un premio de hace once años, cuando solo era un bisoño recién egresado de ingeniería, probablemente esperará a una especie de arcano levitante, salido de algún grimorio científico o, cuando menos, a un mortal algo condescendiente y petulante.

En todo caso, quien entra por la puerta del local es simplemente un hombre de unos treinta y tantos años, inteligente mirada azul y saludable cuerpo de deportista, con una camiseta y unos vaqueros tremendamente sencillos, que te mira con parsimoniosa amabilidad y te cuenta que dentro de un rato debe irse a algo tan vulgarmente terrenal como la consulta de un dentista.

Antonio Lafuente ha desarrollado toda su vida profesional en centros de investigación y alta tecnología punteros del extranjero. Pero se sienta en esta simple cafetería de Madrid como si fuera tu viejo vecino de al lado, que jamás ha viajado ni a Leganés. Y te narra, pausadamente, su historia.

## De la espalación a la fusión y el mundo por montera



Alice, uno de los cuatro puntos esenciales del LHC, donde transcurre la vida profesional de Antonio Lafuente. Foto © 2008 CERN - Mona Schweizer

«Hice el proyecto de fin de carrera en el Departamento de Ingeniería Nuclear de la Politécnica de Madrid y uno de sus colaboradores era el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, de California, Estados Unidos. Entonces surgió la oportunidad de ir a trabajar allí a ese instituto, me ofrecieron incorporarme a trabajar en la parte de diseño neutrónico de uno de los reactores de estas características.

»A raíz de eso, surgió la posibilidad de continuar investigando en la misma línea, en el marco de un proyecto norteamericano que buscaba construir el primer reactor de estas características, aunque en ese caso para generar los neutrones no se utilizaba una fuente de espalación, sino una reacción de fusión.

»Me fui en 2009 a California y estuve allí tres años. A nivel profesional fue una gran

oportunidad de hacer contactos, de seguir trabajando en la línea de lo que había estado haciendo, pero en un marco menos académico y más orientado a resultados. La financiación para ese proyecto dependía de que se alcanzasen determinados resultados en uno de los experimentos que se desarrollaban. Allí tienen el láser más potente del mundo y con él estaban intentando probar la viabilidad de un tipo de fusión técnicamente denominada “por confinamiento inercial”, donde tú enfocas láseres muy potentes a una cápsula de deuterio (un isótopo del hidrógeno), y eso hace que implusione y de ahí salgan neutrones que podrían servir también para alimentar una reacción subcrítica.



## LA RECETA DE ANTONIO PARA «GUIJAR» UN BUEN INGENIERO.

Ser riguroso y ser perseverante. Porque cuesta mucho encontrar las respuestas, sobre todo, las buenas respuestas. Es fácil encontrar respuestas, pero asegurarse de que las que estás encontrando son las buenas, requiere mucho esfuerzo.

»Hacer las cosas bien requiere trabajar mucho, formarse muy bien, y no dejar cabos sueltos. Y es fácil quedarte con la respuesta más fácil. Sobre todo, actualmente, cuando con internet parece que en tres minutos a través de Wikipedia podemos encontrar la respuesta a todo. Y es verdad.

»Pero hay que seguir mirando y hay que tener un compromiso con hacer las cosas bien. Porque al final no es cuestión solamente de saber. Hay muchas cosas en mi día a día sobre las que no sé, o a lo mejor tengo gente con la que trabajo que tampoco lo saben... Lo importante es que haya rigor, que sepas aprender y llegar a hacerlo bien.

»Ese experimento de lograr tal reacción tenía que ocurrir en una escala suficientemente grande y aunque aquel proyecto no incluía solo ese objetivo, la parte relacionada con probar la fusión no salió adelante y poco a poco se le fue retirando la financiación, y como parte de ello, también al proyecto en el que yo trabajaba».

Antonio lo cuenta con calmada filosofía, como si hablara de la vida de otro, o de una película vista hace mucho tiempo, con la aceptación de que hacer ciencia supone de algún modo enfrentar altibajos e incertidumbres, incluso en aquellos países considerados potencias tecnológicas. Imposible saber si le dolió despedirse de la soleada California. Su lenguaje, tanto verbal como no verbal, no da pistas sobre ello. Y la pregunta no formulada queda en el aire. Un pequeño enigma en el tejido celular de este relato.

De cualquier modo, es entonces cuando decide regresar a Europa para trabajar en un centro de investigación en la tranquila campiña inglesa, al sur de Oxford, en las instalaciones del Centro Culham para la Energía de Fusión, donde se incorpora al proyecto Joint European Torus (JET), cuya traducción apresurada (Toro Común Europeo) resulta una simpática metáfora de potencia y fuerza. A los ojos de los profanos en temas atómicos, pareciera que el

destino de este ingeniero español era conocer todas las fusiones nucleares habidas y por haber, pues en esta orilla anglosajona del Atlántico dará un giro de 180 grados. «Allí tienen también un reactor y hacen fusión, pero en este caso es distinta, por confinamiento magnético, lo cual no tenía mucho que ver con mis estudios anteriores ni con el trabajo de fin de carrera que me había llevado a los reactores subcríticos. En Inglaterra la parte subcrítica ya había desaparecido, allí todo era fusión. Tenían un reactor en operación y yo trabajaba en ingeniería dando soporte a su funcionamiento.

»Estuve dos años. Me gustaba», añade lacónicamente nuestro ingeniero. Como al parecer Antonio es alérgico a las algarabías y pontificaciones, no cuenta que el JET es el reactor más grande del mundo para la fusión por confinamiento magnético, con la inmensa ambición de «hacer levitar la materia» a unos 200 millones de grados centígrados y aislarla del exterior para crear una especie de sol en la Tierra, al menos según las declaraciones periodísticas que emitiera en 2013 su entonces director, el italiano Francesco Romanelli.

## Romanceando con Alice

Pero Torus tenía todas las de perder frente a la llegada de Alice, que conquistó en ese momento (y hasta la actualidad) toda la atención de Antonio Lafuente. Y aunque resulta muy excitante y hasta curvilínea, Alice no es una chica, sino el acrónimo de A Large Ion Collider Experiment, uno de los cuatro puntos de colisión, detección y estudio de las partículas en el gigante universo del CERN.

Pero nadie como su protagonista para narrar este peculiar romance cotidiano: «Trabajo en la coordinación técnica de ALICE, uno de los cuatro experimentos en marcha. El LHC es un gran anillo de 27 kilómetros donde se aceleran protones para luego hacerlos colisionar en varios puntos distribuidos a lo largo de esa extensión, y en torno a esos puntos de colisión se construyen unos grandes detectores del tamaño de un edificio para estudiar distintas propiedades de las reacciones que se producen.

»Yo trabajo en uno de esos cuatro puntos donde colisionan las partículas. El CERN es responsable de gestionar la infraestructura, de proveer y de mantener toda la tecnología que hace posible que esos protones se aceleren y luego entrega esos protones a los físicos, quienes hacen con ellos lo que quieren. Los entregan en cuatro puntos, donde radican los consorcios de universidades y centros de investigación que se han agrupado, y que pueden ser parte del CERN o no, con sus propios consejos de administración, su propia financiación y que ni siquiera puede considerarse como un solo detector, sino que está hecho de cientos de subdetectores.

»Trabajo en uno de los equipos encargados de la coordinación entre el CERN y estas grandes colaboraciones y consorcios de centros de investigación que quieren construir sus detectores e integrarlos allí. Somos la interfaz entre los dos mundos y hacemos la coordinación técnica. Eso incluye tareas de integración, asegurarse de que todo se puede ensamblar bien, de que no hay interferencias, como en todas las piezas de un coche, que cuando las juntas hay que asegurarse de que quien ha hecho el disco de freno lo ha construido teniendo en cuenta el eje donde se va a montar, y que va a ir todo junto. Esa es la parte de integración, y hay otra parte de consultoría porque algunos institutos tienen físicos, pero no cuentan con ingenieros que puedan darle soporte».

De una manera u otra, los protones siguen en primer plano de la historia profesional de este ingeniero, quien al parecer se ha desplazado desde las ciencias aplicadas, hasta la vertiente más pura de las ciencias básicas.

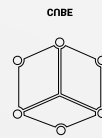
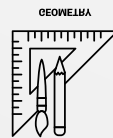
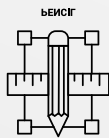
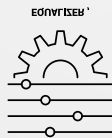


## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Mirando desde la distancia, la verdad es que no sigo mucho la política. No puedo comparar lo que hay aquí y lo que existe en otros lados.

A nivel personal, la principal barrera para volver a España es la falta de proyectos interesantes en el ámbito en el que yo me he especializado, de proyectos con una envergadura realmente grande. Hay departamentos universitarios que hacen un poco de investigación en esto, pero a uno le gusta que el proyecto tenga una masa crítica, que tenga un tamaño y no sea algo abstracto que no se va a materializar nunca.

Y faltan también unas condiciones económicas competitivas con respecto al resto de Europa. Eso es una barrera, ciertamente. Para venir a España tendría que renunciar a unas condiciones que aquí no voy a encontrar nunca. Es verdad que no todo en la vida es eso, pero al final uno tiene que valorar. Y es difícil renunciar a ciertas condiciones. Aunque si hubiera un proyecto de verdad interesante, no me importaría.



Sin embargo, el aludido no está de acuerdo con tal hipótesis: «Es cierto que el trabajo del CERN tiene que ver más con intentar comprender las teorías que explican de qué está hecho el mundo. Es investigación básica y una de sus misiones a primera vista más obvias. Pero el CERN tiene un segundo mandato relacionado con generar y transferir tecnología a la industria, pues mucha de la tecnología que se utiliza posee luego aplicaciones en el campo médico, por ejemplo. Estos protones se pueden utilizar, por ejemplo, para tratar el cáncer, o todos los imanes superconductores se pueden utilizar para otras muchas cosas y luego tiene dos mandatos más, uno relacionado con formar a las nuevas generaciones y el otro, con la colaboración entre naciones no necesariamente afines políticamente. Todos ellos son compromisos igualmente importantes».

Y justo cuando estamos todos a punto de irnos corriendo a Ginebra a abrazar ese gran sueño científico de ALICE y del CERN, es momento para un buen anticlímax que nos lleve al pasado, a aquel recién egresado de Ingeniería Industrial y al Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, que hoy lo ha traído a estas páginas.

«¿El significado del premio de la fundación en aquel momento? Pues me sorprendió porque no conocía a la fundación. Todavía era bastante joven y había recibido otro premio por el proyecto, que de algún modo resultó un poco más esperado, pero el de la fundación vino un poco por sorpresa y me hizo pensar que el trabajo era bueno. Fue toda una inyección de confianza, muy importante sobre todo cuando uno es joven. Tenía 26 años».

### Con vocación de trashumante

Esta suerte de máquina del tiempo nos recuerda de pronto las dimensiones geográficas. Estados Unidos-Reino Unido-Suiza. Once años de trabajo y tres países hablan de una marcada vocación de caminante. Y llega una pregunta indiscreta, pero inevitable: ¿Por qué te fuiste? ¿Qué ibas buscando?

«Me fui porque he crecido en una familia donde se ha fomentado esta búsqueda de la excelencia. Yo ya había vivido en Estados Unidos cuando era niño porque mi padre, que es investigador y trabaja en el CSIC, tuvo una beca Fulbright y estuvimos en



Antonio en una calle de Madrid, en junio de 2019.

California cuando yo tenía once años. Y Estados Unidos siempre me lo habían presentado como la cuna de estos temas a los que me dediqué. Luego al final la distancia se hace difícil, es en Europa donde tenemos a la familia, a los amigos. Cuando nació nuestra hija pequeña, decidimos volver a Europa.

»Me casé justo antes de ir a Estados Unidos, en 2009. Ahora tengo dos hijos: Olivia, de siete años, que nació en California y Mario, que nació en Oxford, de cinco. Mi esposa, Lucía, también es ingeniera, pero de edificación, y trabaja en el CERN, en la parte de ingeniera civil. Encontré lo que iba buscando, aunque ahora no sé cuánto quiero seguir haciendo eso. Porque también tienen un peso estas cuestiones de la lejanía. A mí me gustaría volver a España en algún momento. Pero se va haciendo difícil, sobre todo por los niños, que van echando raíces».

Hablar de la familia pone un calor más intenso en la mirada de Antonio, no se sabe si de fisión o de fusión o si el confinamiento será magnético o por láser, pero hay una energía cálida y azul, de evidente cariño. Es el momento de las pequeñas confesiones, de asomarnos a la persona detrás del ingeniero:

«Yo soy de Málaga. Mi familia es toda del sur. Mis padres son de Granada, pero luego la hermana de mi madre, que es médico, ha vivido siempre en Málaga y cuando mi madre estaba embarazada de mí y también de mis dos hermanas, se fue con su hermana a Málaga para dar a luz. Y aunque siempre he vivido en Madrid, estoy muy ligado al sur porque allí tengo mucha familia y porque he pasado todos los veranos de mi vida allí.

»Mi padre es historiador de la Ciencia, compartimos el mismo nombre. Tuve desde pequeño un gran estímulo para ser ingeniero. La Física también me llamaba la atención, pero le vi más potencial a la ingeniería porque tal vez te abría más puertas. Son decisiones que tienes que tomar quizás demasiado pronto en la vida. ¿Por qué ingeniería? Me pareció que era un camino más práctico, iba a seguir teniendo mucha matemática y mucha física, que era lo que a mí me gustaba y cogí industrial por lo mismo, me parecía que te dejaba más puertas abiertas de cara al futuro. Era más amplia. Y ya luego hice la especialidad de Energía.



Antonio, en pleno diálogo con el mar y los deportes acuáticos que tanto ama, si bien el senderismo por bosques y montañas también es otra de sus pasiones.

»Mi madre trabajaba en el Museo de la Farmacia Hispana, es conservadora de Arte. Y mi padre aún está trabajando, ha pedido la extensión hasta los 70. Ya se han acostumbrado a tenernos lejos porque todos los hermanos vivimos fuera. Una hermana es antropóloga y filósofa y vive en el Amazonas, en Manaos y trabaja allí en un pequeño centro de investigación y la otra es bióloga, estaba en Helsinki, pero se acaba de mudar a Zúrich, a otro centro de investigación. Veo a la familia una vez al año.

»¿Fuera del trabajo? Me gustan los deportes acuáticos: navegación, windsurf, también la naturaleza, la montaña. Donde vivo actualmente tengo ambas cosas: lago y montaña. Y no, no me había imaginado nunca cómo sería



Antonio, Olivia, Mario y Lucía, la mejor colisión de protones del universo: el amor de una familia.



mi vida actual. Recientemente he pasado un bache, digamos, en el sentido de preguntarme hacia dónde quiero poner un nuevo rumbo. Todavía no lo tengo muy claro. Llegué a un punto que había considerado como una pequeña cima. Siempre había querido trabajar en lo que ahora hago. Ahora lo tengo y me digo: “¿y ahora qué?”. Tengo un contrato todavía dos o tres años más. Pero siempre estoy abierto a nuevas experiencias».

Magia de ingeniero o simple empatía humana: el aquí y el ahora del entorno se han borrado. Casi puede vislumbrarse la imagen de una helada montaña suiza y a un científico, humilde en medio de la inmensidad de la naturaleza, intentando comprender algo aún más difícil que el universo, intentando mirar dentro de sí mismo. Pero el escándalo auténticamente made in España de la mesa de al lado, nos devuelve a esta cafetería madrileña y al contrapunto chillón entre los gritones tertulianos de la tele y los gruñones mal educados que desayunan en la mesa vecina. Y, por asociación, nos regresa a uno de los debates energéticos de nuestros días, el papel de la energía nuclear en la impostergable transición energética hacia fuentes medioambientalmente más sostenibles.

Sin embargo, este ingeniero cosmopolita no parece poseer inclinación alguna hacia esa vena tertuliana del «cuñadismo» cañí y liquida el tema con pocas palabras: «Creo que todas las fuentes de energía tienen un rol y que la energía nuclear posee un gran potencial para cubrir las necesidades. Tiene riesgos, como todo. Y aunque quizás no percibimos de la misma manera los riesgos de las energías hoy disponibles, estos también existen y, sencillamente, no tenemos alternativa. Hay que contar con la energía nuclear de todas maneras.

»Ese debate de la energía nunca me ha atraído mucho, porque es una polémica en la cual resulta muy fácil jugar con los números. Incluso para gente formada en la materia, es difícil separar el trigo de la paja. Y hacerlo de forma rigurosa requiere mucho tiempo. Soy optimista por naturaleza y en el caso de la energía y del cambio climático, también. Obviamente, enfrentamos un problema importante, pero no creo que tengamos mucha elección. Debemos usar todas las energías a nuestro alcance».

El optimismo nos lleva de vuelta al universo utópico de los sueños. A esa pregunta que será una constante en estas páginas sobre ingenieros, concretos hacedores de realidades tangibles.

— ¿Los ingenieros sueñan? ¿Con qué sueñas tú?

— Sí, por supuesto. Yo sueño con todo y con lo mismo que el resto. Con encontrar mi lugar en el mundo. Tiene que ver con tener una paz interior más que un sitio físico. He estado muy proyectado hacia el trabajo mucho tiempo y eso no ayuda tampoco a estar centrado. Es fácil proyectarte en los problemas externos, técnicos. Pero es muy difícil ese viaje interior. Ese viaje hacia adentro, para mí como ingeniero, lo encuentro muy difícil, no se aborda con las mismas herramientas que utilizamos hacia afuera, para construir detectores o aceleradores.



## PATRICIA ROA TEJERO

«Simulación mecánica del crecimiento de tumores cancerígenos».  
Universidad Politécnica de Madrid.

### BIOMECÁNICA Y MATEMÁTICAS CONTRA EL CÁNCER

Imbricado dentro de una larga investigación multidisciplinar que incluía a biólogos, químicos, y muchos otros profesionales, este trabajo de fin de carrera aporta una visión ingenieril, y especialmente biomecánica, al estudio del crecimiento tumoral. Tiene un carácter particularmente innovador, pues constituyó una las primeras ocasiones en que dentro de la universidad se aplicaron al cuerpo humano las leyes mecánicas, normalmente usadas para el diseño de motores, coches o trenes.

En este enfoque, se ve el cuerpo humano como una máquina y se aplican las leyes de la física para entender y resolver problemas biológicos. Concretamente, se desarrolla un modelo numérico, con ecuaciones procedentes del universo de la mecánica, de las leyes que rigen el movimiento de los cuerpos.

Básicamente, se simula el crecimiento de un tumor, empezando desde una célula hasta un tumor completo, y se estudian los efectos de diferentes hipótesis sobre el crecimiento tumoral. En una de ellas, por ejemplo, se bloquea el espacio disponible para el crecimiento del tumor y se observan qué implicaciones tiene ese hecho para el desarrollo tumoral.

De este modo, se ponen al servicio de la lucha contra el cáncer herramientas hasta entonces poco habituales en la investigación biológica y médica, como los métodos de simulación, los cálculos matemáticos y las técnicas de elementos finitos.

Aplicando el modelo numérico resultante, no solo se puede simular el desarrollo del tumor, sino también estudiar el potencial efecto de múltiples terapias sobre su crecimiento. De este modo, abre la puerta a un futuro en el que la efectividad de nuevas terapias podría probarse sin recurrir a una gran cantidad de largos y complejos ensayos clínicos.

## Menciones Honoríficas del año 2009

- ▶ **Félix Araque Sánchez.** «Planta de generación eléctrica a partir de la combustión de residuos agrícolas de 10 mw de potencia».
- ▶ **Miguel José Colomo González.** «Influencia de refuerzos en los resultados del análisis modal experimental: carrocería del Volvo S-80».



Universidad  
de Alcalá

# Patricia Roa Tejero:

## LA NIETA DE TEJERO MAGRO Y EL PROYECTO DE EUROPA

A la ingeniera industrial madrileña Patricia Roa Tejero, ETA le robó incluso antes de nacer. Y no le arrebató cualquier cosa. No. Los terroristas le arrebataron a Patricia uno de los mayores tesoros en la vida de cualquier niña: su abuelo materno.

Un 19 de febrero de 1985, seis meses y cuatro días antes de que Patricia llegara al mundo, dos terroristas de ETA asesinaron a Ricardo Tejero Magro, director general y consejero del Banco Central, en el garaje de su edificio, en la calle Ortega y Gasset. Habría sido un abuelo joven, tenía solo 58 años. Cuando decidieron apearlo de la vida, por el expedito y cobarde procedimiento de dos tiros por la espalda, Ricardo Tejero no solo perdió toda posibilidad de conocer a Patricia, sino que dejó atrás a una numerosa y querida familia: su esposa y sus cinco hijos, dos chicos y tres chicas, la menor de ellas de solo 9 años.

Fuentes periodísticas de la época comentaron que los etarras habían enviado en esos meses, sin éxito, cartas a los miembros del sector bancario en las que reclamaban a cada consejero de los grandes bancos del país el pago de diez millones de pesetas, para seguir alimentando su industria de muerte y destrucción. Pero es de sobra conocido que la única razón de cualquier terrorismo es la sinrazón y la sed de sangre.

No hay coartadas, excusas, épocas históricas ni agravios que justifiquen la decisión de matar a otro ser humano. El terrorismo es una extraña lotería del horror en la que ninguna víctima ha comprado billete.

Por esas carambolas de la vida, la niña creció, destacó en Matemáticas, se graduó de ingeniera industrial con especialidad en mecánica-máquinas en la Universidad Politécnica de Madrid con un brillante trabajo de fin de carrera y se convirtió en la primera mujer en ganar el Premio a la Innovación Tecnológica de la fundación que lleva el nombre de Rodolfo Benito Samaniego, otro joven ingeniero también asesinado por terroristas, en este caso yihadistas, en los atentados del 11 de marzo de 2004 en los trenes madrileños.





Con una compañera en su graduación en Stanford.

Una década después, Patricia aún recuerda ese premio: «La gala de entrega de premios en el Paraninfo de la Universidad de Alcalá, fue un acto muy bonito. Recuerdo con mucho cariño la música y a los otros premiados. Tuvo el toque personal que la Fundación Rodolfo Benito Samaniego sabe dar muy bien. El acto fue muy emocionante. Tuve que hacer un pequeño discurso. Yo era muy joven, apenas 23 años, y fue una de las primeras veces en que hable para una audiencia, además, en un contexto que era muy personal para mí. Homenajear a Rodolfo como ingeniero y víctima del terrorismo me hizo sentirme muy conectada a él y a su familia.

»Significó mucho. Fue un reconocimiento, porque el proyecto final de carrera requiere muchas horas de trabajo, en las cuales a veces no ves muy bien el final. Inviertes mucho tiempo y si lo que has hecho está mal, tienes que deshacer el

camino y volver a empezar para llegar a una conclusión que sea relevante. Fue un reconocimiento al esfuerzo que hicimos por sacar el proyecto adelante, invertir energías y ganas de intentar innovar en un área donde no había apenas nada por aquel entonces.

»Un tiempo después de recibir el premio, también visité la sede de la fundación y conversé mucho con Nacho Martínez, el gerente. Al vivir fuera no he podido acudir a todos los actos que se han organizado después de mi premio, pero en una de mis vueltas a España aproveche para ponerme en contacto otra vez».

Quizás por ese contacto humano y cercano, su gratitud y cariño hacia la fundación permanecen intactos dos lustros después: «Considero que el trabajo que hace la fundación es muy bonito; preservar el nombre y el legado de Rodolfo y reconocer el trabajo de los jóvenes en un campo que para él era esencial. Es una labor que vale la pena. No recordarle porque sí, con unas palabras y ya, sino teniendo un impacto en la sociedad, en los nuevos ingenieros industriales».

Al igual que muchos de sus compañeros galardonados en estos quince años, Patricia no se dedicó luego profesionalmente al tema de su proyecto. Pero aun siguiéndolo de lejos y muy de vez en vez, considera que la



Biomecánica ha experimentado una verdadera eclosión dentro de la ingeniería, e incluso se ofrece actualmente como especialización de carrera en varias universidades. «En la Universidad de Stanford, por ejemplo, se están invirtiendo muchos recursos en encontrar sinergias entre la mecánica y la biología. Ese campo ha tenido un impulso muy grande, tanto dentro como fuera de España».

Su trabajo de fin de carrera auguraba una investigadora brillante, pero Patricia se apartó de ese camino. Y reflexiona sobre eso con total sinceridad: «La verdad es que en investigación dentro de España no hay mucho espacio para crecer. Miré bastantes cosas, pero no encontré nada que me convenciese. Entonces me hicieron una buena oferta de una consultora y empecé a trabajar allí —al principio sin estar muy convencida—, pero luego lo disfruté mucho, aprendía mucho, me dejaban espacio para desarrollarme, probar y aprender cosas, conocí a clientes muy interesantes en sectores muy diferentes, desde Banca, Telecomunicación, Energía, hasta muchos otros. Me gustó esa experiencia, crecí mucho profesionalmente y ahí me recomendaron hacer un MBA en la Universidad de Stanford para completar mi formación».

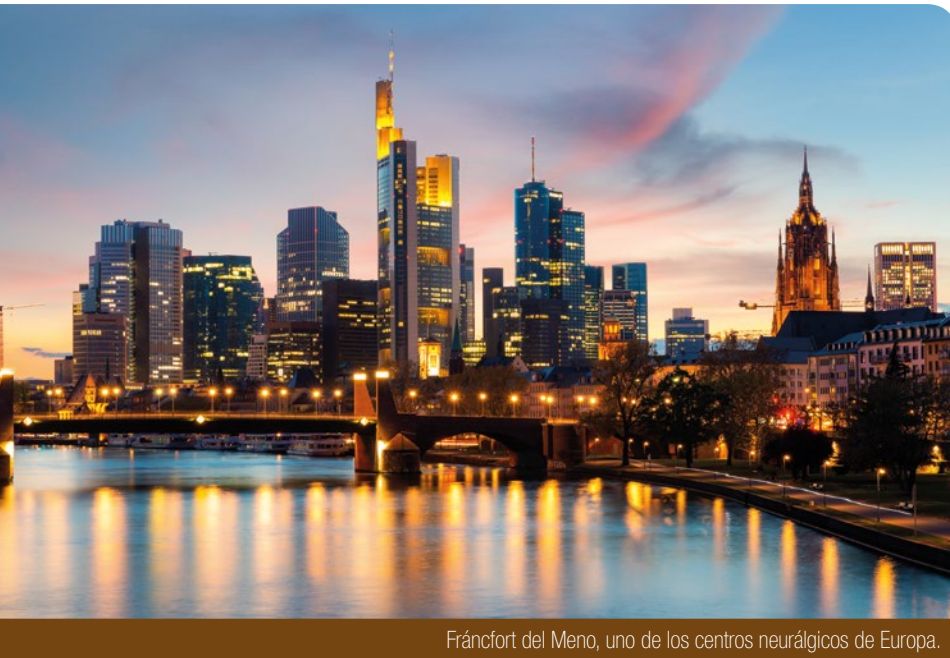
## Creando en Europa: de Stanford a Fráncfort del Meno

Si consultamos su perfil de LinkedIn, los datos curriculares de Patricia Roa Tejero nos revelarán, en una línea cronológica, el empleo en la consultora McKinsey Company, en Madrid, hasta 2010; su partida ese mismo año hacia Estados Unidos para cursar un Máster de Administración y Dirección de Empresas, el prestigioso M.B.A de una de las mejores universidades del mundo, la de Stanford; su trabajo durante 2011 en Goldman Sachs y su incorporación, al término de su máster, en 2012, al Banco Central Europeo, donde, tras siete años, aún permanece en la actualidad.

Llama la atención ese viaje sin escala desde los largos veranos californianos de Stanford, poblada esencialmente por estudiantes y profesores universitarios, y con un panorama exigente pero a la vez relajado y bucólico, plagado de ardillas, mapaches, bicicletas y patinetas en la informal «the Farm», hasta el severo invierno gris y los rascacielos interminables e imponentes de Fráncfort del Meno, la quinta ciudad más grande de Alemania y uno de los centros económicos y financieros neurálgicos de Europa.

Por otra parte, basta una mirada a la web oficial del Banco Central Europeo (BCE), para saber que es una institución de especial rigor, que demanda altas dosis de trabajo y responsabilidad. Según su propia presentación, el BCE «es el banco central de los 19 países de la Unión Europea que han adoptado el euro», con la función principal de «mantener la estabilidad de precios en la zona del euro para preservar el poder adquisitivo de la moneda única».

»Nuestra misión es servir a los europeos mediante la salvaguardia del valor del euro y el mantenimiento de la estabilidad de precios (...) El Banco Central Europeo y los bancos centrales nacionales constituyen conjuntamente



Fráncfort del Meno, uno de los centros neurálgicos de Europa.

el Eurosistema, el sistema de bancos centrales de la zona del euro. El objetivo principal del Eurosistema es mantener la estabilidad de los precios, es decir, salvaguardar el valor del euro».

Hay que tener un sólido conocimiento, mucha fuerza de voluntad y una intensa motivación (o las tres cosas) para irse directo de Stanford al Banco Central Europeo. Y mucho más para dedicarse a la rigurosa área de supervisión bancaria, donde hoy Patricia es, nada menos y nada más, que la jefa de sección de gestión de crisis, trabajo que ella describe así: «Supervisión bancaria es un área bastante técnica, donde evaluamos los riesgos de un banco, los cuantificamos y decidimos si el

banco ha provisionado suficientes fondos para hacer frente a sus riesgos o tiene que provisionar más. Llevo un equipo que se concentra en los bancos en crisis. Cuando un banco va mal, por ejemplo, el caso reciente del banco Popular, que nos toca bastante a los españoles, intervenimos nosotros. En cuanto un banco sale de una situación de normalidad y puede haber un riesgo de que las cosas se tuerzan, empezamos a trabajar nosotros. Gestionamos la crisis.

»No tiene mucho que ver con la ingeniería, aunque sí se usan muchos conocimientos y herramientas de la ingeniería, no justamente la biomecánica de mi proyecto de fin de carrera, pero sí otras áreas. La ingeniería industrial es muy versátil, y luego el MBA de Stanford me aportó un conocimiento muy global de gestión».

Aun así, resulta curiosa esa disposición a asumir responsabilidades tan serias, especialmente en una ingeniera que en ese momento (2012) tenía solo 27 años. Sin embargo, Patricia lo ha vivido como un camino natural, conscientemente elegido y, a la vez, pletórico de ilusiones: «Una vez que terminé el MBA, yo quería hacer algo en el sector público, porque en la parte de consultoría privada sentía que hacía unos proyectos con mucho impacto, pero sobre todo en términos económicos, no sentía que estuviera devolviendo a la sociedad y a mí me

## LA RECETA DE PATRICIA PARA «GUIJAR» UN BUEN INGENIERO.

- \* Curiosidad
- \* Perseverancia
- \* Cariño al detalle

Porque al final, en la ingeniería precisas las ganas de entender todo hasta el final. No puedes hacer algo rápido y ya está, sino que tienes que diseñarlo al detalle, que esté todo bien definido, calculado y parametrizado.



importa mucho sentir que mi trabajo está aportando algo positivo a la sociedad. Estuve buscando ofertas del sector público, donde me sintiese más realizada personalmente con mi trabajo. Me salió la oportunidad del Banco Central Europeo y decidí venir a probarlo.

»En esos años justamente se estableció la función de supervisión bancaria a nivel europeo, porque hasta entonces la supervisión bancaria se hacía solamente a nivel nacional, cada país supervisaba a sus propios bancos. En 2012 fue cuando empezaron las discusiones y negociaciones en Bruselas para montarlo a nivel europeo y yo entré muy pronto en el proyecto. Empezamos dentro del BCE con un equipo muy pequeño y básicamente desde cero y lo he visto crecer desde la nada, desde las negociaciones en Bruselas, donde todavía no estaba claro si se iba a hacer o no, hasta ahora que somos unas mil personas supervisando las entidades grandes europeas desde Fráncfort del Meno.

»Es un proyecto muy bonito, quizás no ingenieril pero aun así con mucho impacto; de construcción de la Unión Europea, de profundizar más en la idea de qué es en verdad la Unión Europea y cómo trabajamos juntos cada vez más a nivel europeo, en lugar de a nivel nacional. Vivir esto desde cero y ver

crecer el proyecto es una oportunidad única, quizás solo comparable al establecimiento del euro. Tienes que estar en el momento adecuado, en el sitio adecuado.

»Actualmente, los bancos importantes a nivel europeo se supervisan desde Fráncfort, con una misma metodología, por los mismos especialistas, o sea, que hoy se supervisa el Santander de la misma manera que se supervisa Unicredit, o Deutsche Bank o BNP Paribas. Es un cambio bastante importante para los bancos, de estar

supervisados por la entidad que les tocaba de su país, donde conocían a mucha gente y ya estaba el proceso muy establecido, a estar supervisados ahora por Europa, con criterios homogéneos y probablemente distintos a los de antes. Es una supervisión totalmente vinculante. Desde Fráncfort determinamos, entre otras muchas cosas, cuanto capital debe tener cada banco y eso tiene un gran impacto en su negocio y posibles beneficios. Al final, a día de hoy, todas las decisiones en relación con los bancos más grandes de Europa se toman desde Fráncfort y no desde Madrid, París o Roma. Eso es Europa. Creo firmemente en la idea de Europa. Por eso estoy aquí».

Constatar ese nivel de compromiso y hasta de apasionamiento en la voz de esta ingeniera española es un verdadero regalo. En tiempos de axiomas maniqueos sobre buenos y malos absolutos, y de peroratas individualistas en clave “yo, me, mi, conmigo”, tipo Brexit y otras más cercanas, conocer a alguien que trabaja en la idea de una Europa unida, al servicio de la gente, es —cuando menos— esperanzador.

## Ampliando la mente y el alma

Es fácil comprender qué buscan estos jóvenes ingenieros en su periplo por las universidades del mundo: ampliar horizontes, emprender un viaje de vuelta hacia sí mismos y regresar convertidos no solo en mejores profesionales, sino también en personas aún más conscientes y cabales. Porque, al fin y al cabo, hay una verdad probada por la vida: a veces, desde lejos, todo se ve más claro. Ese parece ser el caso de muchos de los protagonistas de este libro, y entre ellos, el de Patricia, en una de las más prestigiosas universidades del mundo:

«Me fui fuera, primero, para tener una formación de gestión y negocios, que no tenía, y para ver cómo se hacían las cosas fuera de Europa; sobre todo en materia de innovación y de intersección entre diferentes campos. Creo que en España estamos muy aislados, muy etiquetados: la ingeniería es ingeniería, la medicina es medicina y así; mientras que en la Universidad de Stanford lo que se promueve y donde se invierte es en la interconexión entre todas las especialidades. El programa de MBA al que yo fui estaba enfocado en business, en gestión de empresas, pero dentro de él podía hacer muchas cosas: he tomado clases en la escuela de Medicina, en la de Ingeniería, en la de Derecho, en la de Educación, otras multidisciplinarias, donde estábamos todos mezclados. Ellos piensan que de ahí es donde salen la innovación y los nuevos productos, y se define hacia dónde va el mercado y se pueden encontrar nuevas formas de solucionar problemas. Eso en España no lo favorecemos ni lo promovemos tanto.

»Eso para mí fue muy enriquecedor: entender que se trata de juntar a personas muy distintas y conseguir que trabajen unidas. Que ahí está el éxito. También vi en Stanford que la parte del sector público la tratan de la misma manera que la privada. Para ellos el sector público no es solamente unos funcionarios que tienen un trabajo para toda la vida y no tienen por qué desarrollarse más, sino que el nivel de profesionalización es muy parecido al del

## CON MIRADA DE INGENIERA: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

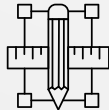
Creo que hay pocas oportunidades. Al final, el proyecto de fin de carrera, el mío en concreto, se hizo porque tenía muchas ganas y el profesor que me lo llevaba también, invertimos muchos recursos, pero recursos nuestros. O sea, hay muy poco apoyo para empezar proyectos como estos y poder vivir de ellos, comparado con Estados Unidos, por ejemplo. En la Universidad de Stanford, puedes dedicarte a esto y tener una calidad de vida similar a la de alguien dedicado a cualquier otro trabajo; pero en España para dedicarte a la investigación tienes que hacer muchos sacrificios a nivel personal.

Creo que eso al final frena mucho. A mí esa área me gustaba muchísimo y dediqué muchos esfuerzos a intentar encontrar un trabajo que me permitiese crecer, desarrollarme y dedicarme a ello, pero la verdad es que nunca encontré nada. Las ofertas que aparecían eran: «venga usted aquí, le pagamos como becario para empezar; se sienta usted aquí y ya luego hablamos». Comparado con una consultora privada o con un banco que te pone un contrato serio, te dice «te vamos a formar estos dos años», «te vamos a dar muchas oportunidades de crecer y te ofrecemos un contrato fijo con un sueldo que te va a permitir vivir», etc. No tiene comparación. No puedes pedir que la gente elija una cosa o la otra en igualdad de condiciones. Creo que eso frena a mucha gente.

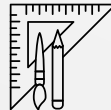
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ \*



ΒΕΝΣΗ



ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ



ΣΠΒΕ



ΔΟΚΙΜΗ







Al parecer, Beltrán quiere seguir los pasos de su mami y trabajar en el proyecto de Europa.

sector privado. Para mí eso fue muy importante, ver que se puede creer en un sector público que funcione y que responda de la misma manera que el privado, con la salvedad de que posee otros fines y otras motivaciones.

»Stanford fue fundamental en mi carrera. Me abrió mucho la mente. Es otro mundo. Trabajan de otra manera, valoran otras cosas y verlo te aporta mucho. De ahí que tuviese las ganas y la energía de venir al Banco Central Europeo a trabajar en una disciplina que quizás no estaba en un principio 100 % ligada a mi formación como ingeniera. Y con un nivel de disciplina y exigencia igual o mayor al que tenía antes en una consultoría privada, ahora invertido en el crecimiento de Europa y de construir la idea de Europa y de la entidad europea».

### La niña de los números y las olimpiadas de Mates

Como en todos los relatos de estas páginas, ponemos en funcionamiento una máquina del tiempo imaginaria para rastrear en los paisajes vitales infantiles la semilla de los profesionales excelentes en que luego se convirtieron. La de Patricia, por cierto, es una historia de muchas matemáticas, y no es de extrañar, pues en pocos sitios hay tantos números como en un banco. Pero mejor que la narre ella:

«Yo nací y me eduqué en Madrid. Mi madre es de Barcelona y mi padre, de Madrid. Me crié en el barrio de Salamanca, muy cerca de la universidad donde luego estudié, de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica, que está allí en la Castellana, al lado de Río Rosas. Allí también estudió Rodolfo, por cierto.

»Por el lado de mi padre, mi abuelo es ingeniero, pero de caminos, y por el lado de mi madre hay más bien catedráticos de matemáticas, profesionales de los seguros y de la banca. Siempre me habían gustado mucho la Química, Física y Matemáticas, y el entender cómo funcionan las cosas, cómo funciona todo alrededor nuestro, y de ahí al final salió la ingeniería industrial como opción y la especialidad más ingenieril y tangible, la de mecánica máquinas, aplicada a todas las máquinas que nos rodean.

»¿Vocación temprana de estar montando cosas cuando tenía siete años? Pues no. Tenía algunos compañeros de la universidad que vivían y morían por montar y desmontarlo todo. Pero yo, sinceramente, no. Los números sí eran mi pasión; las matemáticas, mucho. En el colegio donde estaba había una clase extra de matemáticas, donde competíamos en las olimpiadas internacionales de matemáticas, que todavía hacen.

»De pequeña estudié en Madrid en varios colegios, cambié tres veces, primero en un colegio pequeño francés, luego en el Colegio Alemán de Madrid, que estaba antes en Concha Espina y ahora está en Monte Carmelo y luego en los Jesuitas, en la plaza Duque de Pastrana. Desde pequeña empecé a estudiar esas lenguas, y hoy hablo cuatro idiomas: francés, alemán, español e inglés. Trabajo en inglés. Luego para vivir en Fráncfort utilizamos el alemán. Mis hijos estudian en el sistema francés aquí en Alemania y en casa hablamos español.

Pero por mucho que el idioma no sea una barrera, vivir en un centro financiero tan agitado como Fráncfort implica a veces hacer el consabido encaje de bolillos: «Tengo dos niños, Beltrán, de cinco años y Flavia, de dos. Han nacido en Fráncfort y ya sus primeras palabras fueron en alemán. ¿Cómo es mi día a día? Pues sobrevivir, básicamente. Profesionalmente estoy muy bien. Pero siempre se extraña España... ¡Como en España, en ningún sitio! Intento conciliar bien la vida familiar y la profesional. No hay mucha ayuda aquí en Alemania porque muchas mujeres dejan de trabajar al tener hijos. Pero ahí vamos, de alguna manera, con una vida bastante cronometrada».

—¿Estos ingenieros tan matemáticos y cronometrados también sueñan? ¿Con qué sueñas tú?

«Soñar, soñamos todos. Porque al final en la ingeniería, si no sueñas, no hay mucho que hacer. La parte más bonita de la ingeniería está en la innovación y en resolver problemas que todavía no se han resuelto. Si no tienes la curiosidad y las ganas de entender y de profundizar y ver cosas no abordadas hasta ahora, la ingeniería tiene poco sentido. La parte bonita de la ingeniería está precisamente en soñar, en creer que puedes hacer algo mejor o diseñar una cosa que ayude a la vida de la gente.

»A Europa le dedico la mayoría de mi trabajo y de mi vida. Todos los que estamos aquí en el BCE creemos profundamente en ello. Quisiera que podamos seguir manteniendo Europa unida y seguir avanzando en su construcción. Hoy en día, con el brexit, en las discusiones en Bruselas, se habla mucho y se define poco. Hay que seguir empujando hacia delante, dando pasos en la dirección correcta.

»España en sí misma es muy pequeña. Si queremos competir a nivel mundial con otras potencias que están ahí y que pisan muy fuerte, nos tenemos que unir. En la unión está también la riqueza, el aprender unos de otros y sacar beneficio común a estar juntos para tener la masa y el volumen que tiene Europa en conjunto, en vez de la particularidad de España o de cualquier otro país solo. Para ganar ahí tenemos que soltar algunas cosas que



hemos estado haciendo a nivel nacional y tener la confianza de que a nivel europeo se van a hacer bien. Y eso todavía falla un poco.

»Creo que la Unión Europea tiene una fortaleza de la que no somos conscientes hasta que salimos de ella: el funcionamiento del sistema de sanidad, el sistema social, comparado con Estados Unidos, por ejemplo, no tiene nada que ver. Europa es el paraíso. Pero eso no te lo crees hasta que sales y lo ves en otro sitio. Al final estamos muy protegidos y cuidados y nos parece que es lo normal, pero no es tan normal ni tan habitual en el mundo. Y eso solo lo puedes hacer si tienes un volumen y una fuerza que solo podemos lograr juntos, porque individualmente somos pequeñitos. En esencia, ese es mi sueño, mantenernos unidos y trabajar juntos por el bien común».



## CÉSAR MORENO DEL RÍO

«Estudio de la evaluación, implantación y mejora continua de la Responsabilidad Social Empresarial en las actividades relacionadas con el marketing y las ventas».

Universidad Politécnica de Madrid.

### HACIENDO TANGIBLE LO INTANGIBLE

Cuando se inició este trabajo en 2007, la Responsabilidad Social Corporativa (RSC) era un escurridizo gamusino que se asomaba tímidamente a las empresas españolas, pero al que nadie lograba darle caza para medirle las orejas, las patas, y constatar su existencia real.

Como metáfora al fin, quizás tal afirmación sea exagerada, pues la RSC al menos existía (o comenzaba a hacerlo) y los gamusinos, no. Pero ambos compartían la etérea forma de un concepto. Y si los conceptos no se hacen tangibles, no se obligan a aterrizar en la realidad, de poco sirven. Se precisaba, por tanto, una herramienta de medición, capaz de decirle a la empresa: «Realmente cumples o no con la RSC. Si cumples, lo haces con este valor, con este dato, este número. Las acciones concretas para mejorar son tales y tales, estructuradas por indicadores y analizadas según sus ventajas competitivas, y vamos a determinar de forma precisa la evolución de dichos indicadores a lo largo del tiempo».

En tal objetivo se centra este proyecto, dirigido por Irene Sanz Mendiola y Ángel García Beltrán, Doctores Ingenieros Industriales y profesores titulares de la UPM y realizado en colaboración con la empresa Renault Consulting, enmarcado en un Proyecto de Investigación liderado por ellos, dirigido a proporcionar a las empresas y las instituciones una Metodología, denominada IPSUM, de evaluación, implantación y mejora continua de la Responsabilidad Social según los criterios de la triple cuenta de resultados: social, económico y medioambiental.



Siguiendo estas premisas, la metodología desarrollada en el proyecto IPSUM:

- ▶ Se fundamenta en el marco que establecen los Principios del Pacto Mundial, y la Guía para la Elaboración de Informes de Sostenibilidad GRI.
- ▶ Incorpora a todos los grupos de interés (*stakeholders*) implicados en el proyecto.
- ▶ Establece un catálogo de indicadores relevante para la organización, teniendo en cuenta el principio de equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y medioambientales y la integración de los intereses de todos sus citados *stakeholders*.
- ▶ Se estructura de acuerdo con dos tipos de valoraciones: cualitativas y cuantitativas.
- ▶ Permite la construcción de modelos escalables sobre los que ir implementando criterios de sostenibilidad progresivamente.
- ▶ Admite la sectorización.
- ▶ Asocia dicho catálogo con las ventajas competitivas que pueden deducirse del mismo.
- ▶ Contempla, a lo largo de la cadena y sistema de valor de la empresa, los valores añadidos que podría conseguir a través de la incorporación de los criterios de sostenibilidad.
- ▶ Vincula los diferentes indicadores con el contenido de una base de datos de buenas prácticas.
- ▶ Propone actuaciones concretas para la aplicación efectiva de los diferentes indicadores.
- ▶ Lleva a cabo una autoevaluación del alcance, genera informes con resultados estandarizados, y establece procedimientos de comparabilidad tanto interna como externa.
- ▶ Introduce procedimientos de transmisión de resultados, control y mejora continua.

El proyecto se culmina con una herramienta basada en las nuevas TICs que facilita y gestiona la metodología desarrollada. La aplicación emplea la infraestructura de Internet y aprovecha un modelo cliente-servidor para llevar a cabo todas sus funcionalidades.

Aunque extrapolable a las grandes firmas, el trabajo de César se enfoca en el área de Marketing y Ventas de las pequeñas y medianas empresas, y utiliza la ya explicada Metodología IPSUM.

La tarea del ingeniero César Moreno del Río fue contribuir a desarrollar en dicho marco los correspondientes indicadores medibles y tangibles. Novedoso, concreto y abarcador son algunos de los adjetivos que se pueden aplicar, con toda justicia, a este trabajo, una excelente muestra del amplio potencial de la ingeniería industrial en la gestión de las empresas.

## Menciones Honoríficas del año 2010

- ▶ **Carlos Domínguez Suárez.** «Eficiencia energética en la edificación. Sistema de climatización solar e integración arquitectónica».
- ▶ **José Carlos Melón Sainz.** «Reducción de costes a través del ahorro de energía. Análisis energético en una empresa de alimentación».



# César Moreno:

## UN HOMBRE DE FAMILIA

Ha vivido y trabajado a orillas del mar Rojo, cerca de Yeda, la ciudad más cosmopolita y artística de Arabia Saudí, uno de los países más ricos del mundo. También en la megacultural Amberes, famosa por sus diamantes y su puerto, el segundo mayor de Europa y el cuarto más importante del orbe. Sin embargo, para el ingeniero madrileño César Moreno del Río, solo hay un tesoro en el universo que merezca realmente tal nombre: su familia.

Su amplia y bonita casa en la localidad de Navalcarnero guarda huellas de esa riqueza cotidiana: por un lado, unos juguetes de su niño, Martín, quien pronto cumplirá dos años; por el otro, unos cachirulos de Otto, su perro, un bonito labrador negro de misteriosa edad. Y entre los dos, la imprescindible impronta de Cristina, su esposa. Pero dejemos esa imagen detenida en algún recodo de estas páginas, y no adelantemos acontecimientos, pues vinimos aquí, ante todo, a hablar de «nuestro» premio.

Aunque el trabajo de fin de carrera de César data de 2008, se presentó y ganó la convocatoria de 2010 del Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, hecho que este ingeniero recuerda con particular cariño: «Fue una ilusión enorme, porque al final ves reflejado el esfuerzo. Puede parecer que no, pero hacer el proyecto de fin de carrera, tanto para los estudiantes como para los profesores supone un gran esfuerzo. En mi caso, Ángel e Irene tenían que hacer una labor de seguimiento enorme ya que dentro del proyecto general de desarrollo de la metodología IPSUM éramos cuatro los alumnos haciendo nuestro PFC, cada uno centrado en un área de la cadena de valor de la empresa. Lo que supone gran cantidad de trabajo que tenían que guiar, orientar, corregir y ubicar dentro de la metodología IPSUM. El tiempo y esfuerzo que dediqué al proyecto fue muy grande, prácticamente iba todos los días allí al departamento. Pero fue gratificante. Esa labor de investigación y desarrollo te enriquece y al final tuvo su recompensa y resultó premiado.

»Fue mi primera toma de contacto, como becario, con el mundo laboral. Sentía que estaba haciendo algo necesario, importante. Un trabajo intuitivo, práctico y bien estructurado y con un impacto real en la responsabilidad social de las empresas y, por tanto, en la sociedad. Tenía 24 años y era mi primera incursión en el mundo real empresarial».

A pesar de ello, y como en la mayoría de los casos, César no siguió vinculado a esa investigación. «Todo ese esfuerzo que dediqué al trabajo no me abrió las puertas a seguir investigando en esa área. No tenía intención de hacer un Doctorado, por lo que me desvinculé del mundo académico. No sé qué habrán hecho mis otros compañeros.





César durante su etapa de trabajo en Arabia Saudí, todo un reto humano y profesional.

Creo que es un fallo del sistema, me refiero a la falta de fuentes de financiación. Estoy seguro de que, si el proyecto hubiera tenido la financiación suficiente, los alumnos que entonces formábamos parte de este, habríamos permanecido en la investigación. Si no hay inversión económica, ni criterio de rigor para dar apoyo institucional a muchos proyectos de investigación, es difícil retener a la gente, porque de algo se tiene que vivir. Quiero pensar que por lo menos algún compañero de los que pasamos por el departamento realizando nuestro trabajo tuviese la oportunidad de seguir con esa labor de investigación, porque es apasionante».

Curiosamente, César Moreno es uno de los pocos ingenieros de esta publicación con especialidad en Organización Industrial. Pero en su vida profesional realizó un viraje

de 180 grados hacia un perfil más técnico, hacia la ingeniería pura y dura. Y en ese camino ha logrado una estabilidad laboral rara en los tiempos que corren: casi doce años en la misma empresa.

»La mayor parte de la gente de mi especialidad entraba a trabajar en una consultora. El mundo de la consultoría es muy duro, muy sacrificado, con picos de trabajo puntuales muy fuertes. Es verdad que trabajas en proyectos muy diversos, que te pueden aportar mucha experiencia y te ayudan a crecer rápidamente como profesional, pero pensé que no era lo que realmente buscaba. Contemplé esa posibilidad, pero finalmente me decanté por el mundo de la ingeniería pura. Tenía la intención de encontrar un puesto de trabajo técnico, en el que pudiese ver reflejados conocimientos adquiridos en la carrera y además tener un horario más regular, que me permitiese tener una vida multifacética. Y creo que acerté, superé el proceso de selección y entré en Técnicas Reunidas, una empresa multinacional española especializada en ingeniería y construcción de infraestructuras para el sector del

petróleo y del gas. Entré en la división de refino y petroquímica. Y tengo la inmensa suerte de poder participar en el diseño y construcción de refinerías y plantas petroquímicas dentro de la parte que me corresponde por mi departamento. Es ingeniería pura, un departamento técnico, me gusta mucho el trabajo que hago, tengo un buen horario que permite conciliar la vida laboral y familiar, y unos compañeros que son muy buenas personas y muy buenos profesionales. Definitivamente sigo pensando que acerté en mi decisión».

»He obtenido la certificación de PMP (Project Management Professional). El Project Management Institute te certifica que eres un ingeniero de proyectos, que tienes los conocimientos necesarios y los aplicas en tu empresa. Para lograr esa certificación tienes que ir a clase y prepararte para superar un examen de una complejidad considerable. Técnicas Reunidas te suele facilitar ese estudio y te da ayudas económicas para acceder a esa certificación, pero yo la saqué por mi propia iniciativa invirtiendo mi tiempo personal».

## Más allá de las fronteras

Ser un humano amante de la familia no implica, ni mucho menos, cruzarse de brazos. Hay que crecer, enfrentarse a nuevos retos y ensanchar fronteras, porque precisamente desde la distancia y la apertura mental a otros horizontes aprendemos a valorar mejor lo que tenemos en casa. En esencia, esa parece haber sido la experiencia de César. Pero estas peripecias vitales de un joven ingeniero se comprenden mejor en sus propias palabras:

«Un gran porcentaje de la cartera de pedidos de Técnicas Reunidas procede de países árabes. En 2012 tuve la oportunidad de trabajar en Arabia Saudí, por poco más de dos años, porque el proyecto en que habíamos estado trabajando se ubicaba cerca de Yeda, en una ciudad llamada Yanbu. Fue una experiencia laboral y humana muy buena. Te exigés más, porque allí tienes más responsabilidad, tienes personal a cargo, más presión. En Arabia se trabaja seis días y se descansa solamente uno. Las condiciones del clima son muy severas y al final estás trabajando en un proyecto de construcción, no puedes tener a la gente parada, vas con el tiempo pegado, va todo muy acelerado. Laboralmente te pone en situaciones límites, tienes que reaccionar, en definitiva, buscarte la vida y sacar el trabajo adelante y al mismo tiempo llevarte muy bien con la gente, saber hacer equipo, en una cultura muy diferente.

» Reconozco que fue una terapia de choque. De un día para otro, pasas de Madrid a vivir en un complejo residencial situado a poca distancia de la refinería que íbamos a construir en Yanbu. Pasas de tener tus compañeros de trabajo que prácticamente son amigos, a rodearte de personas que acabas de conocer, muchos árabes, otros de otros países como la India, Pakistán, Vietnam, Egipto; formábamos un equipo multidisciplinar y multicultural. Pero enseguida te adaptas a las circunstancias y aprendes a convivir. La cultura árabe es muy distinta a la nuestra, sus hábitos, sus creencias religiosas, sus ciudades, su comida. Es admirable la fe que tienen, los trabajadores que son, y lo amables que son con los demás. Tuve la posibilidad en dos años de conocer muchas ciudades y muchos



sitios maravillosos del Reino Árabe. No todo es desierto, hay zonas montañosas espectaculares, edificios con un diseño arquitectónico innovador, únicos en el mundo, pero lo que más me fascinó fue su Mar Rojo, un paraíso de corales de todos los colores que pudimos disfrutar cada vez que teníamos descanso de trabajo.

»No me habría quedado toda la vida, pero laboralmente es una de las mejores experiencias que he tenido. De hecho, más adelante volví a ir a otro proyecto en el extranjero , aunque ese estaba más avanzado y estuve solo seis meses, en Amberes, en el 2017. Esta fue otra experiencia enriquecedora. No supuso tanto cambio como Arabia, porque al final es una ciudad europea y está más cerca, la familia te puede ir a ver. En cualquier caso, para madurar como persona tienes que viajar, ya sea por negocios o por placer y te tienes que nutrir de lo que hay fuera. Este mundo no se limita a lo que hay en España, ya se sabe, la vida es un libro y quien no viaja no pasa de la primera página».

## El niño de Móstoles que vivía frente a una fábrica

Madridense hijo de profesores, César era el más pequeño de la casa, precedido por una cercana escalera de dos hermanas que apenas le llevaban uno y dos años, respectivamente (una de ellas hoy Ingeniera en Telecomunicaciones y otra, licenciada en Derecho y administración de empresas). César creció en Móstoles, al suroeste de Madrid, y no siempre tuvo claro su futuro como ingeniero.

«Tenía mis dudas sobre la carrera. Siempre le decía a mi madre que yo quería trabajar en una fábrica. Nosotros vivíamos enfrente de una fábrica y a mí las fábricas me encantan. Pero no estaba seguro de querer estudiar una carrera. Te tienes que hacer un poco a la idea de que para llegar a cierto punto tienes que sacrificarte y estudiar mucho. Como me gustaban tanto las fábricas, pues dije: voy a estudiar ingeniería industrial.

»Yo más que arreglar, rompía cosas, y ese era mi mayor deseo, trabajar en una fábrica. Me gustaba también la ingeniería aeronáutica, porque siempre me han gustado mucho los aviones, los motores y todo eso. Ir a la Universidad supone un cambio en la vida, tienes ese pequeño miedo inicial, pero todo fue genial. Y casualmente, mi mejor amigo de Instituto al final acabó eligiendo la misma carrera y universidad, pero sin ponernos de acuerdo previamente.

»Mis padres se han dedicado a la docencia toda la vida. Eran profesores de colegio. A mi padre, fallecido en 2015, le gustaba impartir asignaturas de ciencias, matemáticas, física, y a mi madre, ya jubilada, siempre le ha gustado enseñar a niños pequeños. Tiene mucha paciencia».

## LA RECETA DE CÉSAR PARA «GUIJAR» UN BUEN INGENIERO.

Esfuerzo, paciencia, sacrificio. En esta vida hay tres casuísticas para triunfar: o tienes mucha suerte, o eres el más listo o te lo has currado. Entonces, como el más listo es solamente uno entre los que sean y la suerte es algo que no depende de ti, pues lo que está a tu alcance es el esfuerzo que dediques. Así de sencillo.

A un chico de 18 años, quizás de repente tener que estudiar tanto le choca mucho y piensa que es un gran problema. Pero cuando le abgas que con 30 años va a mirar atrás y darse cuenta de que solo tenía que sentarse a una mesa, ir a clase, estudiar y aprobar, le va a parecer fácil. No tienes que inventarte nada raro. Te van a poner un problema, lo resuelves, apruebas y fuera. No es como en el pasado, que a lo mejor había gente que quería estudiar y no podía por falta de recursos.

Aunque quizás los gobiernos deberían dar más ayudas en educación e investigación porque al final están invirtiendo en el futuro de este país.

## La familia, el principio y el final de los desvelos

Costaría mucho ponerlo en palabras, pero podría jurar que ese brillo tranquilo pero intenso en los ojos de César no puede nombrarse con otro sustantivo que la esquivo e indefinible felicidad. En un mundo tan ávido de reivindicaciones individualistas (de países, regiones y personas) y hambriento de derechos sin deberes y de estrellatos individuales, resulta una joya rara encontrar a alguien a mitad de la treintena tan convencido del valor humano y social de la familia.

Vienen a la mente citas literarias y filosóficas sobre esa actitud vital. Pero este ingeniero, que no se ha privado de circunnavegar y construir (si no ciudades enteras, al menos sí refinerías), no precisa de demasiadas referencias librescas para construir el mejor de sus ingenios, el centro de su particular universo: su familia.

«No tenía expectativas de comerme el mundo. Quería estudiar lo que me gusta, buscar un trabajo estable y disfrutar de mi familia. Mi esposa, Cristina, es profesora de niños. Mi hijo, Martín, tiene 18 meses. A mí siempre me han gustado los niños, quizás habría sido padre antes, pero lo he sido con 34 años. Como he

estado un tiempo fuera trabajando y Cristina no podía ir a Arabia, así se han ido poco a poco desarrollando las cosas. Tienes cierta idea, pero luego la vida te va colocando de una manera u otra.

»Estoy muy contento con la familia en que me educó. Creo que muchas de tus expectativas van en función de donde te has criado. Nosotros somos tres hermanos, quizás eso te hace ser más niño. Por el momento tengo un



Con su esposa, Cristina, y su perro Otto.

hijo, pero quisiera tener tres. Una persona que sea hijo único, a lo mejor no tiene esas expectativas. Al ser mis padres profesores, teníamos muchísimas vacaciones. Todos los veranos teníamos julio y agosto enteros, y podíamos hacer un montón de cosas. Nos íbamos al pueblo de mi padre, al de mi madre, estábamos con los abuelos, siempre hemos estado muy unidos. Íbamos juntos a todos lados. Y ese es el modelo que yo quiero para mi familia.

»Para mí es fundamental la familia. Profesionalmente, haces un trabajo que te gusta, que es satisfactorio, que te motiva y te recompensa de alguna manera, no solo económicamente, pero tú tienes lo mejor de la vida en casa. Cuando llegas a casa, estás con tu mujer, con tu hijo. Tu hijo también se tiene que criar, le tienes que dedicar horas. De lo contrario serías egoísta, porque si contigo lo han hecho... tú también debes hacerlo. Es mi idea personal. A mí me gusta participar en todo lo relacionado con mi hijo. Lo entiendo así. Soy partidario de la vida familiar, porque al final tienes que reportar también algo a la sociedad. Tus padres te han dado la vida, naces, creces, y al final tú lo tomas como referencia y haces lo que has visto en casa.

»Se trata, quizás, del legado que dejamos en otros seres humanos. Mi niño es muy pequeño, pero disfruto mucho estando con él, aunque no tenga la interacción de una

persona adulta. Te aporta más de lo que podrías pensar. ¿Qué te puede quitar? ¿Horas de sueño? ¡Pues ya has dormido bastante! Es una opinión muy personal, por supuesto.

»Sí, esa es mi mayor felicidad, porque, a ver, cada uno tendrá sus preferencias. A lo mejor alguien aprecia más una vida en solitario que una acompañada, por los motivos que sean, porque necesite tranquilidad o necesite un espacio abierto. Y cada uno debe buscar lo que le llene. Pero yo necesito estar con mi familia. Según entro en casa, me olvido del móvil. Es útil, no puedes negar el avance tecnológico, porque es una ayuda tremenda, pero estando todos en casa, que nos podemos ver y hablar, sinceramente muchas veces sobra.

## **CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA**

Es muy difícil dedicarse a la investigación en España. La persona que lo desee debe hacer su carrera, Ingeniería o la que sea, que ya es difícil. Luego, el Doctorado, con sus cursos previos, su tesis, es un camino muy largo. Y aquí en España realmente el ser un Doctor no te aporta grandes beneficios, al contrario que en el extranjero. Tienes un montón de dificultades para conseguir una plaza en una universidad y desarrollar algún proyecto de investigación. Al final, te acabas yendo fuera. No es lo mismo un Doctorado aquí que uno en Estados Unidos. El llegar a ese punto a ti te supone un sacrificio enorme y no está en absoluto bien remunerado.

Quienes tienen vocación por la investigación son admirables. Pero hay que ayudarles. No puedes dedicar tantos años de tu vida a llegar al Doctorado y que no te apoyen y no tengas estabilidad laboral. Cobras al entrar como un becario y no creo que esté ni bien pagado ni reconocido, por lo menos en España, fuera de España sí. Y tampoco tiene pinta de cambiar. Lo primero que habría que hacer es dedicar más dinero a las universidades y a los centros de investigación. No está bien enfocado. A cualquier país que vayas, en Bélgica, por ejemplo, en Amberes, un ingeniero está mucho mejor valorado. Cuando aquí en España las universidades tienen un nivel muy alto. La propia Universidad Politécnica de Madrid está muy bien valorada. Entonces, si tienes un montón de ingenieros en España muy bien formados, no sé por qué tienen que estar peor valorados que en otros países de Europa. Algo falla.

A lo mejor es ley de oferta y demanda, pero no creo que sea el caso, porque un ingeniero español se pone a buscar trabajo en el extranjero y encuentra trabajos de ingeniero cobrando mucho más dinero. Se pone a buscarlo en España y no lo encuentra. O en España muchos puestos se cubren con personal no tan cualificado, o con personal cualificado mal pagado.







»Hoy puedes hacer todo desde el móvil, reservas, compras, guiarte con el GPS , y no puedes ponerle barreras a la tecnología, porque el progreso al final las tira. No le puedes prohibir a tu niño que sepa lo que es una *tablet* o cualquier equipo informático, pero tienes que enseñarle a usarlos bien. Cuando lo lleves al colegio, igual le plantan delante una tablet o cualquier otro medio audiovisual. Pero otra cosa es cómo integras la tecnología dentro de tu familia. Es importante pasar tiempo de calidad con tu hijo, conversar y jugar».

— Entonces, no es difícil imaginar qué piensas de la capacidad de soñar de los ingenieros, ni por dónde van tus sueños...

— Supongo que los ingenieros sí sueñan. Cada uno con uno o muchos sueños diferentes. Mis sueños van por el camino de mi familia. Si me hubiese dedicado a la investigación, no sé si hubiese sido otro mi sueño. Mi sueño cercano está centrado en la familia. No tengo otro superior. Que todo el mundo quiere progresar en su trabajo, por supuesto. Pero todo llega, porque es el esfuerzo y la dedicación lo que pone a cada uno en su sitio, aunque haya cosas que no dependan de ti mismo.

No es que quiera ganar más dinero para tener un coche más bonito. Me han gustado mucho los coches, pero si gano más dinero es para que mi familia viva mejor, eso es más importante que cualquier cosa material. Hay que garantizar la pirámide de la vida, las cosas primarias, pero a partir de ahí, disfrutar con las cosas pequeñas, con una vida normal, sencilla, estable. Mis sueños se centran en tener otro hijo, en que crezcan juntos, elijan sus gustos, sus hobbies, disfrutarlos con ellos, que desarrollen sus capacidades y que mi mujer y yo los podamos ayudar si tienen cualquier problema. Esa es la vida que deseo vivir.

## ANTONIO JOSÉ DEL AMA ESPINOSA

«Análisis de técnicas y tecnologías aplicables al estudio del movimiento humano. Una aplicación práctica».

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).

### BIOMECÁNICA PARA PROPULSAR LA VIDA

Combinando la fotogrametría (tecnología basada en cámaras de vídeo), el análisis biomecánico de las fuerzas que ejercen las manos de las personas cuando se propulsan en una silla de ruedas y la programación de una serie de algoritmos de modelos biomecánicos, este trabajo desarrolla un método capaz de estudiar las cargas producidas en el hombro y la muñeca, y su relación con ciertos movimientos, gestos o incluso ciertas configuraciones de la silla de rueda.

En el momento de su realización, en España no había ningún desarrollo para estos fines, solamente existían algunos en Estados Unidos y en Holanda y este trabajo desarrolló una metodología propia para el Hospital Nacional de Paraplégicos de Toledo, que ha sido y sigue siendo aplicada en los estudios de diferentes aspectos de la propulsión de la silla de ruedas, tanto biomecánicos como fisiológicos.

Según sostiene su autor, el desarrollo de los algoritmos es la parte más sencilla de esta investigación, pues básicamente recopilan toda la información que dan las cámaras de vídeo y los registros de fuerza de las manos y a través de diversos modelos biomecánicos, matemáticos, cinemáticos, dinámicos, calculan las fuerzas y los movimientos de las articulaciones.

Si bien fue preciso desarrollar todo lo anterior, pues este método no existía, lo más interesante fue su aplicación ulterior, al servicio del paciente y de su médico: conocer qué pasaba con los diferentes niveles de lesiones (los dos más básicos son tetraplejía y paraplejía), según su grado de afectación por la lesión medular. Se descubrieron diferentes patrones de afectación y una relación de causa y efecto con el tipo de propulsión que hacían los pacientes con paraplejía y se pudo caracterizar ese movimiento de propulsión, que antes no estaba caracterizado, en función de diferentes niveles de lesión medular. Tal información es relevante, tanto para un clínico como para un fisioterapeuta, encargado de enseñar a propulsar, y del tratamiento de personas con problemas en las articulaciones como consecuencia del uso de las sillas de ruedas.

Además de su novedad e integralidad, este trabajo logró el fin último de toda investigación: la utilidad práctica, orientada en este caso a mejorar la calidad de vida de los pacientes con lesiones medulares y el conocimiento de los médicos y fisioterapeutas que les apoyan.

## Menciones Honoríficas del año 2011

- ▶ **Víctor Rodríguez de la Cruz.** «Optimización de la densidad de energía en un resorte espiral para almacenamiento de energía fabricado con sándwiches de materiales compuestos y de la instalación de ensayos del mismo».
- ▶ **Clara Martín Rodríguez.** «Identificación de obstáculos y de su cinemática a partir de la fusión sensorial en un vehículo en carretera».



# Antonio José del Ama:

## EL REBOTE DEL PIANISTA

La Biomecánica, y más recientemente la Robótica, habrían perdido a un investigador de altos quilates si aquel joven pianista de un pueblo de Toledo, virtuoso pero desconocido, hubiese aprobado su audición para entrar en el Real Conservatorio Superior de Música de Madrid.

Aunque asegura haber llegado a la investigación de rebote, si todos los rebotes fueran como el suyo, quizás debíamos jugar un baloncesto permanente con la vida. Antonio José del Ama Espinosa, hasta agosto de 2019 jefe del grupo de investigación de Biomecánica y Ayudas Técnicas del Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo y actual profesor de Tecnología Electrónica de la Universidad Rey Juan Carlos, necesita un párrafo largo para todas sus calificaciones. Resumamos: ingeniero técnico industrial en Mecánica, por la Universidad Carlos III de Madrid; ingeniero superior industrial por la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) y máster en Robótica y Automática y doctor en Ingeniería Eléctrica y Electrónica, también por la Carlos III.

Y lo más sorprendente: ha logrado casi todos esos títulos estudiando y trabajando a la vez. Así que además de buen pianista, parece un poco mago. La larga bata blanca ha reforzado quizás cierta enigmática impresión, pero él afirma ser únicamente «ingeniero y muy ingeniero» y lo explica: «En nuestro grupo hemos realizado investigación sobre biomecánica aplicada a la discapacidad, a la lesión modular; esta implica una interrupción de la conducción nerviosa desde el cerebro hasta las extremidades, lo cual afecta al movimiento y muchas veces paraliza a las personas (parapléjicos, tetrapléjicos), pero en otras muchas ocasiones, por fortuna, quedan restos motores.

»Estudiamos ese movimiento con técnicas instrumentales, con aparatos, le ponemos números, que al final es lo que hacemos los ingenieros. Con esos números podemos hacer multitud de cosas, entre ellas, evaluar cómo ha afectado la lesión modular al movimiento y valorar diferentes tratamientos o métodos de asistencia al movimiento con este tipo de tecnologías».

Prácticamente en los inicios de ese camino, realizó el trabajo premiado en 2010 por la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, ya reseñado en la portadilla de este capítulo. ¡Atención! Redoble de platillos, un solo de violín y las cuatro estaciones de Vivaldi —todo a la vez— para introducir una de las alegrías de este libro: esta premiada investigación de Antonio José del Ama no solo se aplicó en su momento, sino que en los nueve años transcurridos se sigue aplicando y perfeccionando en el Hospital Nacional de Parapléjicos de Toledo.



Según detalla su autor, se ha empleado en estudiar la correlación entre mayor o menor carga biomecánica y los cambios en el engrosamiento de los tendones, monitoreados mediante las ecografías, en estudios sobre los cambios biomecánicos debidos a la fatiga, en la comparación del impacto de distintos tipos de sillas de ruedas (ligeras y ultraligeras) en las cargas de la musculatura, entre otros estudios. Al final, explica, «es una herramienta que sirve para caracterizar y poner en números un movimiento, para cuantificarlo, y esa cuantificación la puedes utilizar para muchos fines. Es como si desarrolláramos un metro y lo utilizáramos para medir una silla, una pared, un coche...».

«Sin duda, eso genera más satisfacción. Es frustrante hacer una investigación y que se quede en un cajón, como lamentablemente ocurre en la investigación en general y particularmente en España. Obviamente, llega el momento en que debemos actualizar técnicas y procedimientos porque la técnica, las preguntas y las necesidades cambian, y debemos cambiar también nuestro metro por uno más preciso o más fácilmente utilizable por parte del clínico».



Compartiendo el birrete de Doctor Ingeniero con su esposa, pues considera que su doctorado ha sido un esfuerzo conjunto.

«¿Por qué creo que lo premiaron? Siempre que te presentas a un concurso entran en juego varios factores. El primero, que tu trabajo tenga calidad, obviamente, pero luego que tu trabajo llame la atención por algún detalle concreto. Creo que coincidieron dos cuestiones: en aquella época en España había muy pocos trabajos relacionados con la bioingeniería o el ámbito clínico, era un trabajo original y al llevar ya un tiempo trabajando como investigador la presentación de mi trabajo se guiaba por buenas prácticas. Pero quizás lo más importante es que estudiaba un problema nada inerte, sino centrado en la salud de las personas».

Y aunque Antonio José ya tenía dos carreras a sus espaldas y 32 años, una edad algo superior a la habitual en los autores premiados, aún recuerda la grata sorpresa que experimentó al conocer la noticia del premio. «Francamente, yo ni sabía que existía el premio, fue mi tutor de la carrera, de la UNED, Miguel Pleguezuelos,

quien me dijo: “existen estos premios de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego con un jurado del Colegio de Ingenieros” y yo, por no decirle que no a mi tutor, que se había portado fantásticamente conmigo, lo envié. Y estaba haciendo una estancia en el Instituto de Automática Industrial del CSIC, y una tarde recibo la llamada de la fundación. Me sentí como si me hubiera tocado la lotería porque no me lo esperaba. Me costó un par de días creerme que me habían dado un premio.

»Y luego los días previos y posteriores a la ceremonia, de algún modo seguía sin creerlo. Fue muy importante, porque el trabajo realizado se reconocía por agentes externos e imparciales. Un trabajo que hice lo más seriamente y mejor que pude, que alguien externo al hospital lo estaba reconociendo. Eso me llenaba de orgullo. Estuve dos días preparando el discurso que iba a dar y recuerdo que la ceremonia fue muy bonita».

## De robótica, comunicación de la ciencia y de todo como en botica

Conversar con Antonio José del Ama es como adentrarse en uno de esos Sky bar en la terraza de un rascacielos con vistas de 360° sobre una ciudad alucinante. No sabes para dónde mirar.

En este imaginario bar a cielo abierto, no necesitas alcohol para pillarte un agradable mareo. Primero te fijas en los exoesqueletos robóticos (robots que se colocan encima de las piernas y permiten movilizarlas), la más reciente investigación de este doctor en ingeniería, oficialmente titulada “Robótica de miembro inferior para la rehabilitación y la compensación motora”, con dos vertientes: robótica y neuroprotésica. Aunque parezca una película de ciencia ficción, está ya bastante avanzada, y en esencia se trata de aplicar impulsos eléctricos externos sobre la musculatura para que esta se contraiga y se produzca un movimiento, cuyas imperfecciones se atenúan posteriormente con las artes de la robótica. En esencia, una historia de amor entre los robots y las neuroprótesis, en la cual del Ama y su equipo han desempeñado el papel de Cupidos.

Otro paisaje interesante y casi inabarcable es la reflexión sobre el futuro de la biomecánica, y en particular, de su rama dedicada al movimiento. Al parecer, donde más campo de trabajo habrá en los próximos años será en los modelos neuromusculoesqueléticos, para entender cómo se coordina el cuerpo para generar el movimiento y comprender cómo afecta la enfermedad esta capacidad y cómo rehabilitar o compensar esas afectaciones del movimiento. Además de elogiar el apoyo decidido a la investigación en el hospital donde ha trabajado, del Ama Espinosa augura que los físicos, matemáticos, clínicos, ingenieros, fisiólogos, entre otros, serán indispensables en los futuros equipos multidisciplinares. Si estás a punto de seleccionar carrera y lees esto, ya sabes, tienes donde elegir.

De repente, la vista desde la terraza de esta charla se amplía aún más y surge el tema de la necesaria comunicación de la ciencia y del papel divulgador de los investigadores. Y en ello nuestro anfitrión parece haber pensado mucho: «Hay que hacer pedagogía de la ciencia y más que eso, sobre el objetivo de la ciencia,



Con la bicicleta, otra de sus pasiones.

sobre la necesidad de cuestionarse el porqué y el cómo de las cosas. La sociedad ahora mismo no se plantea el porqué y el cómo de las cosas, no se cuestiona la información que recibe, no se cuestiona prácticamente nada. Y cuando intenta buscar algo, con tanto acceso como hay a la información, se le da el mismo valor a una que a otra, sin tener en cuenta las fuentes, el nivel de veracidad y de evidencias.

»Debemos cuestionarlo todo, en vez de tratar algo como verdad absoluta porque nada es inmutable, salvo el hecho de que nos vamos a morir. Frente a los

fanatismos, las pseudociencias, incluso los temas de la política o del cambio climático, no levantamos la cabeza de donde la tenemos para preguntarnos el porqué y el cómo las consecuencias de las cosas, de una manera real y crítica, honesta con nosotros mismos, sino que nos quedamos un poco en lo que nos dicen los demás, no nos esforzamos por entender a fondo las cosas. Y entonces ahí surgen los movimientos antivacunas, los «terraplanistas», o quienes dicen que el cambio climático es una invención, los extremistas políticos, los extremistas de los equipos de fútbol, etc. En cualquier caso, posicionamientos radicales que no tienen ningún tipo de lógica».

## Haciendo «ingeniería de papel»

Quizás precisamente porque su carrera como investigador es atípica, hecha desde fuera de la universidad y trabajando en los problemas reales del día a día, Antonio José del Ama es un auténtico experto en la difícil gestión diaria de la investigación y la innovación. No se trata de un elogio, sino de constatar un hecho, pues a arar se aprender arando.

En particular, lleva bastantes años haciendo lo que él llama «ingeniería de papel» o poner la rueda de la investigación en movimiento: «Tú propones un proyecto con una idea innovadora, capaz de romper el “estado del arte”, la cual tiene que competir con muchísimas otras para recibir una financiación que, por cierto, cada vez ha sido más pequeña, más limitada y con unos recortes mayores. De los tres últimos proyectos que yo coordino, para los cuales hemos logrado financiación, uno de ellos ha recibido una financiación de un 40 %, otro de un 70 y otro un 45 %. Luego pretenderán que realmente lleguemos a los objetivos del proyecto con tal financiación.

## LA RECETA DE ANTONIO JOSÉ PARA «GUISAR» UN BUEN INGENIERO.

En mis clases como profesor asociado en las universidades de Castilla la Mancha y Rey Juan Carlos siempre les digo a los estudiantes: mirad, chicos, aquí en la universidad os enseñan que hay criterios para todo, para seleccionar una tubería, para diseñar un motor, son todos criterios diferentes. Todo eso está muy bien, pero a fin de cuentas como ingenieros tenéis que ingeniarosía para resolver problemas. Buscar un problema que no está resuelto y que tenéis que resolver con la tecnología. Y los únicos criterios que valen son tres: que funcione, que sea barato y que sea robusto. A partir de ahí, todo lo que quieras.

¿Qué quiero decir con esto?: que tengan la mente abierta, que sean creativos, que no piensen que hay una única solución para un único problema técnico. En ingeniería puede haber tantas soluciones a un problema como ingenieros lo pueden acometer y casi todas pueden funcionar, algunas mejores que otras.

Y, sobre todo, la ingeniería es una ciencia fundamentalmente creativa, en la cual tú utilizas o creas técnicas para resolver problemas de una manera creativa. El tema de la creatividad se trabaja muy poco en la universidad, particularmente poco en carreras de ciencias. Debía trabajarse muchísimo. Ser creativos, tener la mente abierta, abrirse a otras profesiones, a otros puntos de vista. Seguir formándose no solo por obligación, que obviamente lo es, sino por curiosidad, por juego.



»Y lo que es peor, los recortes en la financiación afectan fundamentalmente a las partidas de personal. Es cierto que es lo más caro, pero sin gente no podemos avanzar. Solamente puedo ofrecer contratos por el tiempo que dure el proyecto y si tengo suerte de encadenar otro proyecto, entonces puedo encadenar otro contrato, pero al final esa persona necesita comer tres veces al día y se irá a un sitio donde le ofrezcan algo estable. Una persona que ya está formada y que realmente puede empezar a ser autosuficiente y sacar

trabajo adelante, pues se me va a ir y tendré que empezar el proceso otra vez. Y encima estamos recibiendo recortes sustanciales en estas partidas. Incluso hay programas como el del Instituto Carlos III que directamente no financian personal. Hay una convocatoria adicional para los proyectos que han recibido financiación, en la que vuelves a competir para poder captar a personas, una locura.

«Volviendo a la rueda de la investigación, esta consiste en vender una idea supernovedosa, para obtener financiación (con los recortes ya citados), para poder publicar porque tus publicaciones demuestran tu nivel como grupo investigador y según ese nivel tienes más o menos oportunidades de financiación futura. Entonces, tienes que pedir proyectos para poder publicar, para poder pedir proyectos para poder publicar..., y en todo este peloteo, se empieza a perder el objetivo principal, el fin social e industrial de la investigación. Hemos llegado a un punto, hablando en términos generales y con honrosas excepciones, en el cual en este país e incluso en otros de nuestro entorno, la investigación más aplicada a los problemas de la sociedad la hacen las empresas. Es cierto que hay una investigación básica, sin aplicación inmediata, que la tiene que hacer el Estado o entidades públicas. Pero debía haber una combinación. Hay programas de innovación, está el CDTI en el ministerio, hay programas específicos nacionales, pero realmente la mayor parte de la investigación básica lo es tanto, que se aleja de una aplicación a medio plazo, capaz de repercutir en la mejora del tejido industrial español, a nivel de patentes, etc.

»En este país hace falta repensar bien las políticas de investigación: qué se financia, qué tipos de programas, qué financiación vamos a dar, por qué, cómo podemos generar masa crítica, cómo estabilizar a la gente, cómo se pueden generar más fácilmente centros interdisciplinares de investigación... hay que repensarlo todo.

»La trampa está en que, si tu investigación es novedosa, entonces es publicable. Y eso en principio es cierto, pero la mayor parte de la ciencia que se suele hacer, y algunas veces la he hecho, es una excusa para poder publicar. Hay que hacerla porque si no, te adelantan por la derecha y por la izquierda, y necesitas conseguir proyectos y para eso tienes que publicar.

»Todos los investigadores compartimos esta impresión, pero no hemos encontrado un sistema mejor. Tampoco se trata de ser tú un Quijote y decir “yo solamente voy a publicar lo que de verdad sea trascendental y el resto no”. Puedes ser una figura importante en tu campo y publicar solo tres o cuatro trabajos en cinco años, y fenomenal, pero no es el caso de la mayoría. Estas son las cartas de la baraja y hay que jugarlas, muchas veces soltando un farol para luego intentar llevarte la mano, con un proyecto realmente importante.

»Nosotros ahora mismo gracias a haber hecho ingeniería de papel hemos obtenido un proyecto apenas recién iniciado en el cual tenemos muchas esperanzas de que realmente vaya a ser útil para los pacientes en estos temas de robótica y neuroprotésica. Que pueda resultar en transferencia industrial y nuevos sistemas prácticamente



inmediatos para los pacientes. Hay que criticar el juego para que mejore, pero hay que jugarlo e intentar entre medias sacar algo provechoso para la ciencia».

## Por los caminos rurales de Toledo

Los pueblos de Toledo pueden ser hermosos y figurar en las listas turísticas e históricas, pero al niño Antonio José, si bien amaba el entorno rural, cada cambio de pueblo le significaba un cambio de colegio. En esencia, sus circunstancias podían resumirse así: Su padre era médico, pero aún estudiante y su madre, mexicana y ama de casa, lo tuvo prácticamente al año de venir a España. Su padre trabajaba y estudiaba y no se graduó hasta unos dos o tres años, justo cuando nació su hermana. Encontró trabajo como médico de familia y ahí empezó el deambular por diferentes pueblos de la provincia de Toledo, hasta estabilizarse en 1986 en una localidad cercana a Toledo.

Entre 1983 y 1986, el último de esos pueblos era tan pequeño, que Antonio José cursó los tres años de EGB en una escuela unitaria mixta, donde estaban «juntos y revueltos» chicos y chicas de todas las edades, de todos los cursos en una sola aula, y con una sola maestra: «Esta profesora hizo un trabajo estupendo con todos nosotros, pero con alumnos de tan diferentes niveles era imposible profundizar. Hasta el día de hoy, de las tablas de multiplicar solo me sé la mitad. La otra mitad la saco por la propiedad conmutativa. Si me preguntas  $7 \times 8$  tardo en pensarlo más que si me preguntas  $8 \times 7$ . En aquella época las matemáticas me costaron mucho», rememora sonriente este doctor en ingeniería.

Hacer varias cosas a la vez parece la marca de fábrica de la familia y de su historia personal. Cuando su padre ingresó en la administración y se mudaron más cerca de Toledo, Antonio José entró en un colegio al uso, con su profesor especialista para cada clase. Pero ahí empezó a estudiar piano, hasta compaginar el penúltimo curso de instrumento con el primero de su ingeniería técnica. Como esa simultaneidad estuvo a punto de costarle la expulsión de la universidad por unas décimas, se toma un año sabático, al término del cual, al fracasar en su intento de entrar al Real Conservatorio Superior de Música de Madrid, se reengancha a la ingeniería y ya saca la carrera a curso por año, pero no tranquilamente, sino trabajando, primero en una ITV y luego en el hospital de parapléjicos.



Contemplando Toledo, ciudad que no se cansa de admirar.

Como otros muchos ingenieros en ciernes, cacharrear y disfrutar con juegos de construcción formó parte de su infancia. A punto estuvo de estudiar Ingeniería Agrónoma, quizás por amor a sus abuelos paternos, agricultores, pero como se estudiaba en Albacete, y estaba muy apegado a su familia, finalmente se decidió por ingeniería industrial mecánica.

Volvemos al inicio de esta historia, a Antonio José del Ama caminando por los pasillos del prestigioso hospital donde ha trabajado casi una década. Luego de rebotes, virajes, esfuerzos y títulos... ¿su vida ha cambiado mucho?: «Con cuarenta tacos, imagínate... Me casé hace diez años. Conocí a mi mujer en mi último año del Conservatorio. Ella tenía 17 y yo 18, encajamos muy bien y seguimos hasta ahora. Es maestra y trabaja a 300 metros de donde vivimos. Tenemos un hijo de cinco años y estamos esperando el segundo. Este primer hijo es buenísimo, es listo, no es amor de padre, es que lo dice cualquiera que lo conozca. Es una maravilla. Y mi vida ahora es bastante familiar. Totalmente normal. Mis estancias en el extranjero han sido más reducidas de lo que hubiera querido. Pero la movilidad se complica con la familia. Para mí, estar cerca de mi hijo es lo primero, por delante de la ciencia y de todo.

»¿Sueños? Pues claro, Soy humano igual. No sueño con máquinas, ni con cohetes espaciales, ni con robots. Tengo sueños normales como todas las personas. Leo a García Márquez, toco el piano, medito, hago deportes, tengo amigos con ámbitos profesionales muy diferentes, voy al cine, al teatro, a conciertos. Soy una persona normal. ¿Con qué sueña un médico? ¿Con qué sueña un maestro? Seguramente con lo mismo que un ingeniero.



Antonio José con su familia. «Estar cerca de mi hijo es lo primero, por delante de la ciencia y de todo».

»A un nivel ya más de reflexión, me está dando muchísimo miedo la radicalización que lleva este mundo; la falta de apertura de mente, de aceptación de diferentes puntos de vista, el uso de algo que es muy bueno, como las redes sociales, como arma arrojadiza, el sectarismo. Mi sueño utópico es que la gente sea abierta, que no sea de blancos o negros... ¡Es que todo es claroscuro! El blanco y el negro no existen.

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

He estado tentado muchas veces a abandonar la carrera investigadora. Se ponen muchas trabas a la investigación en este país. La estabilidad en este ámbito es muy precaria. Es cierto que debe haber una movilidad entre investigadores y hay que fomentarla, pero eso no puede ser a base de una baja estabilidad en la contratación. Los investigadores tenemos la mala costumbre de querer comer tres veces al día, de querer tener una hipoteca y familia; es una malísima costumbre. Y como lo sueldos son como son, los bancos tienen la mala costumbre de pedirte garantías económicas y financieras. ¿Qué ocurre entonces? Es imposible vivir con contratos ligados a investigación, becas predoctorales, posdoctorales, que tienen una duración de un año o dos, o cinco.

Desde mi punto de vista, la investigación en este país, con honrosas excepciones, es una foto cara que se hacen los políticos. Porque si realmente se quisiera hacer una apuesta por la investigación, se haría y se financiaría lo que se tiene que financiar, con un porcentaje del PIB a la altura de la media europea y se dotaría al país de una masa crítica de investigadores estable; se fomentaría la estabilidad en vez de ponerle trabas. Una serie de cuestiones que tendrían un coste mínimo, que se podría quitar de otras cosas, y no voy a hablar ni de rescates de banco ni de los gastos de las elecciones ni de ese tipo de cuestiones, porque creo que están muy manidas. Pero realmente debemos decidir si queremos ser un país solo de turismo, que está muy bien, es una elección, o queremos ser un país que realmente apueste por la investigación y que deje de financiar la investigación de otros países. Y me explico: aquí, sobre todo durante la última crisis, hemos estado formando a universitarios excelentes, a nivel máster y doctorado incluso, y después de gastarnos el dinero en pagar esas universidades y formar a esta gente, han tenido que irse fuera a revertir ese dinero, esa capacidad de generar conocimiento y economía, en otros países. Y sí, hay algunos programas ahora de vuelta a casa del talento, pero son insuficientes, porque no hay mejor atracción del talento que la existencia de un tejido de investigación e industrial que de por sí lo atraiga.





Entrada Principal

scar  
Hospital



Que la gente pueda realmente formarse una opinión, discutirla tranquilamente, aceptar otros puntos de vista, no instalarse en posicionamientos radicales. Eso es lo que sueño. Ese es el meollo de todos los grandes y pequeños problemas que tenemos en este mundo.

»Deberíamos partir del convencimiento personal de que las cosas no son como tú y los tuyos las ven. No hay un “tú y los tuyos”, hay que analizar las cosas. Una misma cosa una persona la puede interpretar de una manera o de otra, de acuerdo con su condicionamiento, su historia pasada, su cultura. Hay que aceptar que hay muchos y diferentes enfoques y que todos son válidos, siempre que no sean extremos ni sectarios. Me preocupa mucho el impacto de la telebasura, desde que empezó Telecinco con ese estilo de debatir, a grito pelado, y arrojando guarrería verbal y no verbal, algo que ya ha transgredido al ámbito político: interrumpiéndose, quitándose la palabra, no razonando, en posiciones sectarias y con cerrazón de posturas. Si estos son los modelos que se proponen a la sociedad, ¿qué esperamos de la sociedad? Y la siguiente pregunta es: que se proporcionen estos modelos a la sociedad, ¿es casual o causal? A mí eso me da mucho miedo y es lo que utópicamente me gustaría que cambiase.

»El radicalismo y el sectarismo es lo que más me preocupa. Ese “estás conmigo o estás contra mí” y eso nos lleva a la autodestrucción y la barbarie. No sé de qué manera se podrían tomar cartas en el asunto, pero algo hay que hacer y dar un golpe de timón de 180 grados».



## REBECA OLAZÁBAL ROJO

«Análisis y estudio de las condiciones de protección contra incendios, basadas en prestaciones para el atrio de hospital». Universidad Politécnica de Madrid.

### CONSTRUYENDO SEGURIDAD CON REALIDAD Y CIENCIA

Este innovador trabajo ensancha las fronteras de la labor habitual del proyectista y de los proyectos constructivos típicos en el panorama arquitectónico español, y en vez de limitarse a seguir la normativa, aplica los conocimientos científicos y técnicos más modernos y el saber ingeniero para conseguir condiciones de seguridad a partir del «Diseño basado en prestaciones», el cual se topa en España con dos obstáculos serios: el principal, la carencia de una metodología alternativa a la normativa existente y el segundo, la insuficiencia de información y conocimientos, tanto a nivel de ingeniería como de autoridades y administraciones.

En esencia, esta investigación propone un diseño basado en prestaciones para la evacuación del atrio de un hospital. La normativa española no contempla cómo estudiar bien la interacción entre los medios físicos de extinción y de protección contra incendios (como el sistema de evacuación de humos) con el tiempo real que las personas necesitan para evacuar. Mediante el estudio de normativas internacionales, métodos experimentales, cálculos por ordenador y simulaciones, este trabajo determina los requisitos mínimos de seguridad del sistema de humos, para que las personas puedan escapar del incendio con tiempo suficiente, teniendo en cuenta el uso hospitalario del edificio, con una concurrencia de público importante, debido a que en el atrio también se podían realizar exposiciones y convenciones y su configuración arquitectónica peculiar, no estándar, con un gran atrio abierto por el que pueden ascender los humos, lo cual determina bastante la dinámica del incendio.

Es un ejercicio profundamente práctico. Un diseño real en un proyecto de edificio real. Su resultado final: el diseño del sistema de evacuación de humos, con el establecimiento de su caudal de evacuación de aire mínimo necesario y luego el resto del diseño del sistema de protección, en cuanto a la temperatura a la que tenían que

actuar, cuándo se avisaba a los bomberos, cómo interactuaba con el sistema de detección, la entrada de aire y otras variables. Se aplicaron las fórmulas empíricas de un instituto belga y de la propia normativa española y se utilizaron simuladores contra incendios como PyroSim, y programas de simulación de elementos finitos, como FDS, con cálculos infinitesimales en los que a cada celda se le aplican las condiciones de la fórmula (condiciones de contorno, de la mecánica de fluidos y demás) y se introducen las variables de diseño, y el programa devuelve esos cálculos, con la posibilidad de ir cambiando las condiciones de contorno y determinar el caudal exacto de aire que se necesita evacuar. A ese caudal se le aplican posteriormente las características del sistema de evacuación. En resumen, un diseño con los pies en la realidad.

En otras palabras, en vez de un proyecto constructivo perezosamente basado en los requisitos básicos de una normativa global, se proyecta un sistema contraincendios basado en la realidad, tanto científicotécnica, como del comportamiento humano frente al fuego y las características arquitectónicas exactas del edificio. Y se demuestra que el diseño basado en prestaciones, si bien es más laborioso y requiere más conocimientos y esfuerzos por parte del ingeniero, también proporciona mayores niveles de seguridad y funcionalidad y supondría un gran avance en la práctica de la ingeniería de seguridad.

## Menciones Honoríficas del año 2012

- ▶ **Alba Olías López.** «Comparación de estructuras cinemáticas e interfaces humano-máquina para posicionadores de laparoscopio teleoperados».
- ▶ **Violeta Jiménez Monje.** «Detección y localización de obstáculos en entornos urbanos mediante visión estéreo».



# Rebeca Olazábal:

## UNA MUJER CONTRA EL FUEGO

Según la mitología griega, Prometeo robó el fuego a los dioses para entregarlo a los hombres y fue castigado por Zeus, quien decidió, además, escarmentar a los humanos enviándoles a la bella e indiscreta Pandora y su caja, con un compendio de todos los males posibles, pero también de la esperanza.

Junto a ese primer fuego llegó entonces, de algún modo, el sambenito que ha acompañado durante centurias a cierta imagen peyorativa sobre la curiosa naturaleza femenina. Desafiando a griegos, romanos y a estadísticas mucho más recientes según las cuales, en pleno siglo XXI, solo un cuarto de los estudiantes españoles de ingeniería y arquitectura son mujeres, Rebeca Olazábal ha hecho de la lucha contra el fuego el centro de su carrera profesional.

Por supuesto, esta ingeniera industrial, con especialidad en mecánica de construcción, no batalla contra el mítico fuego prometeico, símbolo de la energía y la inteligencia, sino contra ese otro fuego «de andar por casa», el que se desata en incendios y barre vidas, bienes y edificios.

Aunque en España no existe la ingeniería de protección contra incendios como especialidad universitaria, Rebeca se ha convertido en una verdadera experta en la materia, que expone con un estilo suave, pausado, pero indetenible y muy bien informado, lo mismo durante una visita a una industria que en una terraza al aire libre de un café madrileño. Sin embargo, a todo ese conocimiento y entrega apasionada, esta ingeniera llegó por puro azar. Casi al final de sus estudios en la Politécnica de Madrid, uno de sus profesores buscaba un becario para una asistencia técnica en el aeropuerto de Barajas. Rebeca Olazábal no solo accedió a esa beca, sino que realizó su trabajo de fin de carrera en el ámbito de la ingeniería de protección contra incendios, con dicho profesor como tutor, junto a dos docentes de un máster que ella cursaba, uno sueco y otro italiano, especialistas de una ingeniería multinacional, muy reconocida internacionalmente, con oficinas en 37 países.

De este modo, realizó su proyecto de fin de carrera a la par que trabajaba en el aeropuerto de Barajas, en una UTE de asistencia técnica al personal de AENA para los sistemas de protección contra incendios y el plan de emergencia de las cuatro terminales. Allí hacían simulacros con participantes voluntarios y cronometraban los tiempos de reacción y de evacuación. Parte de lo que aprendió sobre las emergencias y el fuego salió de allí. Estuvo tres años en esa beca en el aeropuerto y finalmente encaminó su carrera profesional en esa línea.



Por su carácter tan práctico, este trabajo de fin de carrera tenía muchas posibilidades de aplicación, pero según cuenta su autora, no se llegó a implementar. Al parecer, era un proyecto que se intentaba presentar a un concurso, pero luego ese edificio no llegó a salir a concurso ni a construirse. Le quedó, en cambio, la satisfacción de realizar un trabajo a partir de una memoria totalmente real, a la que solo se le cambió su uso como hospital.

## Entendiendo el diseño por prestaciones

Para decirlo pronto y en lenguaje de profanos: el diseño por prestaciones es aquel que se sale de la media, de lo estipulado en la normativa. Por ello, debe demostrar claramente que garantiza una seguridad equivalente, es decir, igual o superior a la exigida en la normativa nacional vigente.

En España se aplican dos tipos de normativa: el Código Técnico de la Edificación (para todos los edificios excepto los de uso industrial) y el Reglamento de Establecimientos Industriales. La normativa actual encaja muy bien en el 90 % de los casos; edificios de viviendas, o de oficinas, o un bloque uniforme con sus ascensores. Pero cuando se trata de edificios singulares, como los hospitales modernos o un Palacio de Deportes, estos requieren un diseño totalmente diferente, y ahí es donde entra el diseño basado en prestaciones. Para que un técnico de la Administración apruebe un proyecto basado en prestaciones, debes aplicar métodos de ensayo, simulaciones y códigos de reconocido prestigio, que le convenzan de que tu solución es igual o mejor que el estándar establecido. En una frase: demostrar empírica y computacionalmente que tu peculiar solución es mejor.

El problema es que esos interlocutores de la Administración no siempre poseen el conocimiento necesario y deben elegir entre respaldar con su firma un proyecto, con todas las potenciales consecuencias penales, o rechazar las novedades técnicas que le presentan. Rebeca tiene toda una batería de buenos argumentos sobre el tema: «El diseño por prestaciones en



Rebeca, a la derecha, con sus padres, Consuelo y Luis Ángel y su hermana melliza, Aránzazu.



España está todavía por desarrollar, mientras en otros países, por ejemplo, en Reino Unido, es bastante habitual, a pesar de que compartimos normativa, pues son transpuestas de las regulaciones europeas. La transposición a nivel europeo en general es mínima, en sus comités técnicos en cada uno de los ministerios intervienen la administración pública, instaladores, tecnólogos, diseñadores, digamos que se juntan varios intereses, lo cual no es negativo, pues al final la normativa no puede obviar la realidad técnica del país. No es una carta a los reyes magos.

«Sin embargo, en otros países existe la figura del *Peer Engineering*, es decir, alguien de nivel experto con quien te comparas. Por ejemplo, mañana la Administración Pública decide que un proyecto basado en prestaciones de una ingeniería lo va a evaluar esta otra ingeniería... Y más adelante ocurre al revés, la ingeniería contraria va a ser evaluada por otra y así. Se establece una competencia sana a nivel técnico y de seguridad porque están interesadas en que la solución no sea solo desde el punto de vista económico, como a lo mejor pasa a veces en España, donde gana el concurso quien da precios más económicos y no la mejor solución técnica. Con el *Peer review*, en cambio, la valoración técnica la hace alguien de tu nivel, interesado en que mañana le evalúes su proyecto con la misma justicia.

»Y no digamos ya en Estados Unidos, donde los profesionales pueden ir a juicio por un mal diseño y las penas pueden ser muy altas. Esto hace muy competitivo la presentación de proyectos desde el punto de vista de la ingeniería. Aquí en España, si tú sigues el procedimiento, mañana cuando venga un juez no va a evaluar si el procedimiento estaba bien, solo va a evaluar si tú lo has seguido. En Estados Unidos no vale el argumento de que el procedimiento estaba mal. Tú como ingeniero, con tu firma, con lo que has cobrado en su día, tienes la responsabilidad civil y penal de hacer un diseño que funcione. Eso hace que unos países lleven ventaja sobre otros».

Este tema tiene por delante, sin duda, un recorrido investigativo y de desarrollo importante y si todos sus defensores son tan persuasivos como la ingeniera Olazábal, terminará por salir adelante. Al parecer, lo único que esta juiciosa joven madrileña ha heredado de la ancestral Pandora es la capacidad para la esperanza: «Poco a poco hay más foros en los que se habla del diseño basado en prestaciones. Está la Society of Fire Protection Engineers (SFPE), que también tiene aquí un capítulo en España, al cual se pueden incorporar los ingenieros dedicados a la seguridad contra incendios y se presentan novedades técnicas y cada vez más los edificios se comienzan a diferenciar.

»¿El mayor campo por desarrollar en España? Lograr que el nivel técnico de todos los profesionales sea cada vez mayor, porque de esa forma indirectamente se crearía ese *Peer review* ya existente en otros países. Cuando he ido a conferencias para seguir ese tema, hay gente que presenta el proyecto y te enseña la simulación y claramente ves que no está bien hecha, pues al final un ordenador es como una caja negra: le metes lo que quieras y él te saca algo, pero tienes que ser capaz de interpretar ese algo y ver si es correcto o no. Me he

encontrado con proyectos de empresas dedicadas a la extracción de humos evidentemente mal diseñados. Eso es muy nocivo, porque ese proyecto mal diseñado, además de que en una emergencia va a provocar víctimas, está en competencia desleal con otros bien diseñados que, obviamente, van a ser más caros.

»Sería muy importante que las universidades apostaran por esta formación, no solo a nivel de máster, sino como parte de una carrera de ingeniería contra incendios, como existe en otros países, de modo que hubiese profesionales formados que entendieran esas condiciones de contornos y los resultados reales del programa, pues de lo contrario es una simple caja negra».

»Si se desarrollara una especialidad específica de protección contra incendios, habría ingenieros capaces de evaluar el proyecto de sus compañeros y técnicos de la Administración con formación suficiente para que estos proyectos salieran adelante, y, como resultado, tendríamos más edificios singulares, con su influencia en la economía de un país y el prestigio de un diseño».

## El fuego: psicología, técnica, arte... y dos mellizas

A estas alturas, hemos aprendido más de lo que cabe en estas páginas: sobre diseño y construcción, sobre la ineficacia de las fórmulas estándar, sobre el impacto de la psicología en las reacciones humanas frente a una situación de emergencia... Pero sobre Rebeca Olazábal sabemos muy poco. Solo hemos descubierto lo que no dice: su elevado nivel técnico y actualizada información, su capacidad para explicar y persuadir, su amor por la ingeniería de protección contra incendios.

Por suerte, encontramos la clave de este laberinto ignífugo en el recuerdo del premio a la innovación tecnológica que le concediera hace ya siete años la Fundación Rodolfo Benito Samaniego: «Fue una alegría muy grande y la presentación de los premios fue muy interesante, en el Paraninfo de la Universidad de Alcalá de Henares, que es precioso. Además, había otros premios a la convivencia, uno de ellos al psiquiatra Luis Rojas Marcos, y para mí fue un orgullo. Ese día me puse muy nerviosa. También fue un orgullo para mis padres, que asistieron a la ceremonia. Mi padre no pudo estudiar una carrera, es técnico comercial de una empresa de climatización y siempre quiso que sus hijas estudiaran ingeniería. Tampoco fue una imposición porque a nosotras nos ha encantado. Ver que no solo había hecho la carrera, sino que me habían dado un premio, fue una ilusión muy especial para él».

Pero el fuego regresa a la charla, por la sencilla razón de que nunca ha abandonado la vida profesional de Rebeca. Después de tres años en el aeropuerto, aprendiendo sobre protección contra incendios y gestión de emergencias e interactuando incluso con el experimentado personal de los Cuerpos y Fuerzas de Seguridad del Estado, se incorpora a una gran empresa de seguros, como ingeniera de riesgos. Allí se centra en el universo de las

## LA RECETA DE REBECA PARA «GUIJAR» UN BUEN INGENIERO.

Lo primero: capacidad de esfuerzo. La formación académica requiere una capacidad de esfuerzo muy importante y de autodisciplina.

»Es muy importante también, dentro de lo cuadrículado que dicen que somos, cierta capacidad de visión global y creatividad, y un espíritu crítico a la hora de analizar problemas y posibles soluciones, pues de lo contrario no avanzamos.

»Esa inventiva práctica es esencial y le da un tercer componente: la capacidad de resolver problemas. Resolver un problema completamente nuevo, analizarlo con una metodología y llegar a una solución viable es fundamental.



grandes empresas con presencia en el Ibex y hace una evaluación de riesgos reales de incendio y de medios de prevención y protección de las personas y el patrimonio, tanto para ayudar a esos clientes a disminuir su nivel de riesgo como para salvaguardar los mejores activos de cara a la aseguradora. Cuando Rebeca habla de su trabajo, le brillan los ojos. Proteger el patrimonio, asegura, implica conocer a fondo procesos industriales diversos. No es algo rutinario, descubres muchísimos sectores y debes estudiar y aprender (y a juzgar por el modo en que lo dice, como si estuviera saboreando un helado de chocolate, estudiar y aprender son dos verbos muy del gusto de nuestra protagonista).

Lleva siete años en esta gran aseguradora y está muy contenta. Si bien entró por azar al campo de la protección de incendios, hasta el más frío de los seres lograría empatizar con esa pasión de esta mujer por el fuego. O mejor dicho, aquí la preposición es vital: contra el fuego. El hecho de quedarse en España en vez de radicarse fuera, como muchos de sus compañeros, no significa que no viva con la maleta al lado de la cama. Cualquier vocación viajera está más que saciada: «La empresa en que trabajo es internacional y acompañamos a nuestros clientes corporativos, presentes en Portugal, Latinoamérica, Francia, Reino Unido y muchos sitios. En la oficina estoy solamente el 40 %

de mi tiempo; el resto lo paso en las instalaciones de los clientes.

No es un trabajo sobre planos, hay que visitarlas, verlas con tus ojos, entrevistar al cliente. Aparte de recorrerme casi toda España, he tenido que viajar y desarrollar este trabajo fuera».

Y de ahí viajamos, ahora ya sin escalas, a la persona detrás de la ingeniera, en una historia que nos depara una bonita sorpresa. Rebeca nació en Móstoles, de padres trabajadores que no tuvieron la oportunidad de estudiar



Rebeca y su esposo Ricardo, con su bebé, de igual nombre, en una calle de Madrid.

más allá de los 16 años. Su madre le inculcó el amor por la lectura, mientras su padre era el más «chispas», el manitas...

— Hemos sido muy buenas estudiantes.

— ¿En plural?

— Sí, a los mellizos nos cuesta hablar en singular. Tengo una hermana melliza, Aránzazu. No es algo raro en el mundo de la ingeniería. Ella también hizo ingeniería industrial y la misma especialidad.

»Es difícil de explicar. Siempre tienes a alguien que te acompaña muy en paralelo. Sobre todo en la infancia, nuestra mejor amiga era nuestra hermana. Somos personas muy estables y entre las dos siempre ha habido un apoyo importante. Y eso determinó que hayamos hecho las cosas a la vez. Y fue una decisión correcta hacer las dos la misma carrera, pues como mis padres no habían estudiado una carrera universitaria, les costó asimilar ese primer año de ingeniería en que todo el mundo va al hoyo. Mis padres no entendían eso de suspender. Nos decían: “no podéis, no pasa nada, iros, hijas, hacer otra cosa”. Así que teníamos ese punto de apoyo común en los primeros años, si una de las dos hubiera hecho una carrera más fácil, el agravio comparativo y la sensación de soledad de la ingeniera habría sido muy dura».

## Mamá ingeniera e ingeniera mamá

Tras tres años de matrimonio con otro ingeniero, Rebeca ha traído al mundo a un bebé que en septiembre de 2019 acababa de cumplir once meses, Ricardo (el cuarto de una saga de igual nombre; como su padre, su abuelo y su bisabuelo paternos, todos vivitos y coleando y encantados con el pequeño tocayo).

«Tener hijos y compatibilizar profesión y familia depende mucho de una misma. En ocasiones te pones más trabas de las que realmente existen. Tener un hijo es lo más importante que he hecho nunca. No poseí jamás un instinto maternal sobresaliente, pero ahora que tengo un hijo, para mí es una satisfacción personal diaria y me encanta. Tampoco puedes abandonar tu vida profesional, más que nada porque ellos crecen y tú te quedas atrás. Y para ellos es muy buen ejemplo tener una madre trabajadora a la que le gusta su trabajo. Mi empresa me ha apoyado mucho. No he tenido ningún tipo de problema con mis jefes y cuando tengo que viajar, pues se queda

## CON MIRADA DE INGENIERA: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Muchas veces cuando se debate el tema de Bolonia y los métodos más tradicionales, parece que denostamos un poco la formación más teórica que tenemos en las universidades españolas, sobre todo al principio de las carreras, pero, en mi opinión, eso permite una base de conocimientos amplia sobre la que poder construir. Académicamente, las universidades españolas son muy estrictas y tienen alto nivel.

Formamos muy buenos investigadores. El problema es que están fuera de España, pues no se dan inversiones aquí. En Estados Unidos, por ejemplo, la empresa privada está dispuesta a pagar durante tres años o más a alguien que de verdad tenga una buena idea, sin saber realmente si va a obtener un rédito. En España, la empresa quiere tener un rédito ya y quiere que su idea funcione ya y la tarea del investigador es un poco ingrata porque la remuneración económica es pequeña; hay gente muy buena, que enseguida se ve tentada a irse fuera y al final, se están beneficiando empresas extranjeras.

No sé si debería partir de las empresas o de la Administración pública, o de ambas, pero se necesita más apoyo al investigador, que le compense quedarse en España, pues al final el rédito lo están obteniendo otros países. Estamos formando a grandes profesionales, no solo en el mundo de la ingeniería, sino también en la enfermería y la medicina. ¿Cuántos médicos y enfermeros españoles están yéndose a Reino Unido y otros países porque su experiencia es allí muy valorada?

Queda mucho por hacer en España. Tampoco tenemos por qué sentir desesperanza. La base es muy buena y reconocida a nivel internacional. Lo que nos está faltando son razones para quedarnos en casa. Hay que aumentar notablemente la remuneración y la valoración de los investigadores. Decimos que lo barato sale caro, pero en la vida real no lo aplicamos. Es evidente, a la hora de evaluar proyectos en un concurso público siempre deciden los criterios económicos más inmediatos. El proyecto se lo lleva quien ha presentado la oferta más barata, sin que se valoren otras soluciones técnicas, quizás más caras, pero más efectivas a largo plazo. Y con la investigación es igual, debemos aprender a pensar en el largo plazo.





con su padre. Los hombres del siglo XXI arriman el hombro exactamente igual que la mujer. Luego el apoyo de los abuelos también es muy importante. No hay que tener miedo. Las dificultades muchas veces te las pones tú misma, así como los miedos y todo lo demás.

»Ahora valoro muchísimo más a mi madre de lo que nunca fui capaz, no porque no la quisiera, que la adoraba, sino porque no eres consciente hasta que eres madre del gran sacrificio personal que supone tener hijos. Además, es voluntario, pero inconscientemente cambias todas tus prioridades y preocupaciones. Yo antes dormía como un tronco y ahora tengo un oído muy sensible, me despierto según mueve las sábanas. Son opciones personales. A la vez creo que, si he estudiado una carrera y he podido desarrollarme profesionalmente en algo que me gusta, no es un trabajo meramente para traer el dinero a casa, sino que disfruto con él, y no hay ningún motivo para no hacerlo.

»Estoy muy orgullosa de que pese a estar en el mundo asegurador y tener que buscar un beneficio, porque no es una ONG, también me puedo preocupar en mi trabajo por la seguridad de la gente. Estoy orgullosa de lo que hago y entiendo que se lo puedo transmitir a él. Si hubiese sido una chica, le hubiese transmitido que las mujeres trabajadoras también tenemos nuestro futuro sin renunciar a ser madres. Pero como es un niño, le transmito el respeto hacia las mujeres trabajadoras, para ir sembrando una generación nueva de hombres más abiertos e implicados».

Y llega el momento ya bautizado como «la pregunta sueño»: ¿Los ingenieros sueñan? ¿Con qué sueñas tú?

«Sí que soñamos. Lo que pasa es que a veces tenemos sueños muy prácticos. A nivel personal, me gustaría que mi hijo pudiera construir sobre lo que mi marido y yo hemos logrado, cierta estabilidad laboral, hacer trabajos que nos gustan. Sueño con ver su proyección; que estudie lo que quiera, pero que sea mejor y, sobre todo, que sea feliz.

»A nivel profesional, me gustaría que esta disciplina que hago de seguridad contra incendios fuera más conocida, estandarizada, que hubiera una especialidad real que construyera en España una comunidad importante de ingenieros de seguridad contra incendios, pues es una especialidad en que de verdad velas por la seguridad de las personas: alguien desprotegido, en una situación de emergencia, y tú tienes que haber pensado antes en ello. Puedes diseñar coches y pensar en la seguridad de los ocupantes, pero también piensas en el motor, en la aerodinámica, en el consumo de combustible. Lo bonito de mi especialidad es que piensas exclusivamente en la seguridad de la gente. Me gustaría que se pudiera elevar cada vez más el nivel técnico, que dentro de los colegios profesionales hubiese un nicho real de gente de prestigio, que se elevara este conocimiento y fuera de verdad un punto importante en las empresas, en las industrias, en los proyectos, cuando se construyen carreteras, plantas industriales, a la hora de valorar un proyecto, que no sea el último añadido sino una parte fundamental para su evaluación».

## OSCAR SANZ TORRES

«Diseño de un dispositivo de orientación para personas invidentes mediante protocolo ZigBee». Universidad de Valladolid.

### INGENIOSOS SONIDOS PARA «VER»

Este proyecto de fin de carrera de ingeniería superior en Electrónica y Automática Industrial tiene dos propósitos igualmente útiles: ser un asistente eficaz para las personas invidentes o con dificultades visuales y reducir la contaminación acústica de las grandes ciudades. Para ello, diseña y crea una comunicación inalámbrica entre dos dispositivos: uno situado en el semáforo de peatones y otro (una pulsera, un collar) que porta la persona con deficiencia visual. Cuando la persona invidente se aproxima a un semáforo, los dispositivos se detectan automáticamente y el del semáforo envía un mensaje al del transeúnte, para indicarle mediante una melodía concreta el estado de las luces del semáforo (Rojo, verde, intermitente o semáforo averiado). Si el semáforo estaba en rojo, sonaba una melodía; en intermitente, sonaba una diferente, y en verde, se escuchaba otra. También puede brindar datos adicionales, por ejemplo, sobre un cruce en diagonal, en fin, información para mejorar la movilidad de las personas invidentes o con dificultad visual.

En el semáforo se instala un circuito electrónico, una especie de microcontrolador que recibe las señales de las luces rojas y verdes y detecta si la luz verde estaba constante o parpadeando y transmitía un mensaje por ZigBee, un protocolo parecido al Bluetooth y el Wifi, es decir, otra manera de comunicación inalámbrica. Durante el desarrollo del proyecto se eligió ZigBee porque ofrecía la posibilidad de crear una red con más dispositivos que el Bluetooth, pues en ese momento solo se podían conectar ocho dispositivos a una red Bluetooth, mientras con el ZigBee esa cifra se elevaba a más de cien.

Se diseñó, además, un dispositivo que recibía la señal: justamente el que portaría la persona con dificultades visuales y que estaría en «diálogo» con el microcontrolador del semáforo. Esto implicó, por supuesto, desarrollar un software específico para cargarlo en esos microcontroladores y controlar esa comunicación y todas las señales de entrada y salida.

Este ingenioso dispositivo posee otros usos: se puede colocar en una terraza de un bar en el verano, por ejemplo, para avisarle a la persona de la existencia de ese obstáculo en la acera, o de la instalación de nuevo mobiliario urbano, o de vallas en calles en obras, información en paradas de autobuses, etc.

Obviamente, si estas señales acústicas llegan solamente a las personas que en verdad las necesitan, podrían eliminarse los sonidos universales emitidos por los semáforos, que incrementan la contaminación acústica (o más bien el ruido infernal) de las grandes ciudades.

El trabajo contó con la colaboración, tanto en información como en materiales, de la DGT, la ONCE y el Laboratorio de Electrónica de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

## Menciones Honoríficas del año 2013

- ▶ **Ignacio Arévalo Martín.** «Observabilidad de sistemas eléctricos mediante técnicas de optimización matemática».
- ▶ **María Mínguez Clemente.** «Simulación, optimización y análisis medioambiental de ciclos combinados con gasificación integrada de biomasa».







# Oscar Sanz:

## DE VALLADOLID AL CIELO

Fue capital del entonces imperio español entre 1601 y 1606; la ciudad donde Cervantes puso el punto final a su Quijote; donde Cristóbal Colón emitió su último suspiro; la cuna de glorias literarias como José Zorrilla y Miguel Delibes; ya en nuestros días ha convertido un río en playa y registrado cinco de las mejores denominaciones de origen del vino español.

Pero en la geografía particular del ingeniero superior en Electrónica y Automática Industrial, Oscar Sanz, Valladolid es simplemente la medida de todas las cosas, el reino de la más pequeña y pura felicidad. Fue en una de sus calles, parado frente a un semáforo cerca de la universidad, donde una suerte de epifanía le llevó a su trabajo de fin de carrera. «¡Qué absurdo que esté sonando el avisador acústico del semáforo, con ese tono tan chillón, cuando no hay ningún ciego en este momento aquí!», pensó. Y en ese instante decidió desarrollar un avisador acústico que solo lo escuchase la persona invidente o con dificultades visuales.

Se dirigió a la fundación ONCE de Valladolid, a pedirles información, con el buen criterio de que al final son ellos quienes mejor pueden explicar sus necesidades y problemas a la hora de desplazarse por las ciudades. También acudió a la DGT, donde le prestaron uno de los semáforos pequeños que usan para impartir clases en los colegios y solicitó, además, el apoyo del Laboratorio de Electrónica de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Valladolid.

De este modo, desarrolló algo absolutamente original. Lo más parecido, hasta esa fecha, era un mando a distancia, como el de los garajes, que la persona ciega podía pulsar al llegar a un cruce, pero activaba las señales de todos los semáforos de alrededor, con la consiguiente posibilidad de confusión. Al mismo tiempo, logró un proyecto de utilidad social inmediata, orientado a mejorar la movilidad y la vida de personas concretas.

Quizás esas fueron las dos claves que le condujeron al Premio a la Innovación Tecnológica 2013 de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, que Oscar recuerda como si hubiera sido ayer: «Fue una alegría enorme. Ver que todo el esfuerzo merecía la pena y que se valoraba. El acto de entrega de premios estuvo muy bien. Allí coincidí con el Premio individual a los valores de Convivencia otorgado a Forges y con el premio colectivo a la Fundación Vicente Ferrer. Estuve hablando con Forges, una persona encantadora. Nunca había estado en Alcalá de Henares, y me encantó. Una ciudad preciosa, con mucha historia, un casco histórico interesante y bonito».

Entonces Oscar Sanz tenía 28 años. Ahora, ya con 35, se impone la pregunta quizás más potencialmente ácida de todos los capítulos de este libro, indagar sobre la aplicación posterior de su investigación de fin de carrera: «Además del premio de la fundación, recibí posteriormente, en 2014, uno de la Universidad de Valladolid, que tenía una parte de dotación económica y otra consistente en la asesoría y financiación del proceso de patentar el proyecto. El Servicio de Patentes de la universidad me informó que yo podía patentar la propia idea de evolución del producto que les había explicado. Desde 2017 está patentada como tal la evolución del proyecto, que consistiría en el mismo dispositivo del semáforo, pero —en vez de una pulsera— el receptor de la señal sería el móvil. Ahora con los smartphones puedes enviar mensajes de voz o sonidos, y la persona puede configurar determinadas opciones, o el móvil vibrando, que se active y desactive y con tecnología Bluetooth, ya mucho más avanzada.

»He estado moviéndolo por diferentes sitios para conseguir ayuda para desarrollarlo a la vez que buscaba trabajo. A la Concejalía de movilidad del Ayuntamiento de Valladolid le resultó muy interesante la idea, me dijeron que no había ningún problema, que cuando estuviese desarrollado me daban todas las facilidades del mundo para probarlo en alguna ubicación de la ciudad, pero que ellos no tenían ningún apartado económico para subvencionar el desarrollo. Ahora, como trabajo en una empresa de I+D+I, estoy intentando interesarlos en desarrollar esta evolución del proyecto.

»La Fundación ONCE estaba encantada. Me dijeron que sería muy útil. Lógicamente, habría que optimizarlo bien, realizar un montón de ensayos, garantizar que no le afecte el calor o el frío, que no reciba interferencias de otras señales y que cumple todas las normativas. Hace unos dos años me llamaron de la universidad para decirme que había una empresa interesada, que me solicitó una propuesta económica para venderles la patente, pero luego no resultó. Yo quisiera participar en el desarrollo del proyecto, pero si no pudiera, me gustaría que se desarrollara y se convirtiera en realidad. Eso me valdría. Hoy no existe nada en las ciudades para facilitar la movilidad de las personas ciegas. Estamos en el mismo punto que hace seis años».

## En busca de un habitable terruño humano

«Toda la gloria del mundo cabe en un grano de maíz». Esa frase, del filósofo y político del siglo XIX, José Martí, sería quizás el mejor resumen de la actitud vital de Oscar Sanz, un ingeniero vallisoletano del siglo XXI.

Esa búsqueda de cercanía, sencillez y autenticidad, de un entorno realmente habitable y de dimensiones humanas, ha marcado indudablemente la carrera profesional de Sanz, desarrollada en gran parte en el sector de la automoción y casi íntegramente en Valladolid. Al terminar la universidad, accedió a una beca *Experience*, convocada por Renault para ingenieros. Lograrla no fue fácil: había que vencer test de razonamiento, imaginación y otros para quedar entre la cifra de 25 seleccionados que luego de recibir una formación de tres meses sobre el

## LA RECETA DE OSCAR PARA «QUISAR» UN BUEN INGENIERO.

Conocimientos, imaginación y paciencia. Porque ahora la gente no tiene paciencia, se cansa muy rápido de todo. Hay que tener perseverancia. Si no te sale a la primera, pues te sales a la segunda, o a la tercera. Hay que seguir intentándolo. No hay que venirse abajo porque veas que no consigues algo a la primera. Con tiempo, todo se endereza. Imaginación, porque si no tienes imaginación estás desarrollando un proceso mecánico: voy a trabajar, hago esto y me voy a mi casa y ya está. Un ingeniero debe intentar ir un paso más allá. Si me han dicho que tengo que desarrollar esto, vale, pero a esto ha llegado otra persona, ¿yo sería capaz de encontrar algo que mejore lo que ya tenemos? La imaginación es clave. Ver si logramos llegar un pisito más. El papel de la ingeniería es dar herramientas, aportar nuevos instrumentos para que la sociedad avance. Le facilitas el trabajo a otras especialidades: nuevas herramientas para que los médicos puedan mejorar en su trabajo, por ejemplo, para que puedan operar con un brazo robótico con una precisión milimétrica. Y también en la arquitectura y en muchas otras cosas.

sector de la automoción y presentar un miniproyecto, se reduciría a 20 becarios. El premio: trabajar en Renault durante de un año, al término del cual algunos se quedaron en la empresa y otros no.

«A mí no me seleccionaron después de ese año», cuenta Oscar, y agrega: «Es lo mejor que me ha podido pasar en la vida porque la gente se quedaba donde había estado de becario y yo estaba en fabricación. Y la verdad que fabricación no me gusta, porque si yo he estudiado mi especialidad en ingeniería no es para estar allí organizando gente para sacar la producción como sea, para eso habría estudiado organización. Yo quería algo más relacionado con la innovación tecnológica».

En busca de su sueño, entró en una empresa de I+D+I que desarrollaba proyectos de energías renovables y de innovación, donde trabajó principalmente con la energía piezoeléctrica, basada en la generación de electricidad a partir de la deformación de materiales (por ejemplo, baldosas que solo de pisarlas, con el peso, generan energía eléctrica, como las empleadas en algunos pasos de cebra). Pero al cabo de unos meses le llamaron del Departamento de Ingeniería de Renault, para trabajar en la factoría de Palencia, donde fabrican los modelos Mégane y Kadjar.

Y así fue como entró en su vida la soldadura por resistencia. En esencia, se trata robots que llevan unas pinzas de soldar en una especie de brazos de cobre, a través de los cuales pasa una elevada intensidad eléctrica (de unos doce mil a trece mil amperios en 300 milisegundos), capaz de fundir y soldar el material de chapas metálicas muy finas. La tarea del protagonista de este relato era programar los parámetros que debía llevar la pieza para optimizar la calidad de la soldadura. En fin, entenderse bien con los robots encargados de la soldadura y programarlos.



Oscar Sanz, en agosto de 2019, en su querida ciudad de Valladolid, cuyas joyas arquitectónicas, históricas (e incluso gastronómicas) conoce profundamente.

«Cuando empecé no tenía ni idea de soldadura por resistencia. Es un mundo muy interesante y amplio. Lo ves desde afuera y parece sencillo, pero entran en juego mil factores. Fundes las propias chapas, no tienes que añadir material. No es una soldadura añadiendo estaño o  $\text{CO}_2$  o lo que sea. Ahí estuve un año. Iba y venía todos los días a Palencia desde Valladolid. Son 45 kilómetros, pero al final son solo 30 minutos de viaje. Había amigos míos en Madrid que tenían que recorrer poco más de 10 kilómetros y tardaban más que yo».

Al cabo de ese año Oscar se fue a otra empresa de I+D, ubicada en el Parque Tecnológico de Boecillo, aún más cerca de la ciudad de Valladolid, en un pueblo a 15 kilómetros. «Era muy interesante. Desarrollaban dispositivos de seguridad para aeropuertos, puertos, análisis aleatorios a partir del peso atómico de las partículas. Había muchísimos circuitos electrónicos y detectores para controlar todo. Era un proyecto ya muy avanzado, y de innovación tenía poco, se trataba más bien de montaje, que era interesante, pero no tanto como un proyecto desde cero».

Quizás por eso, en esa firma nuestro inquieto ingeniero estuvo solo seis meses antes de regresar al universo de Renault. Antes de afirmar que estaba escrito en su destino, en las estrellas, o cualquier otra tontería grandilocuente, hemos de recordar que Renault aporta cerca del 30 % del PIB industrial de la comunidad de Castilla y León. Por tanto, es el sitio por antonomasia para un ingeniero tan ocurrente y brillante como Oscar. Las cosas sucedieron de un modo muy natural: «Me llamó mi actual jefe, que me había visto en LinkedIn y necesitaban a alguien con experiencia en soldadura por

resistencia, un área donde apenas hay profesionales con experiencia. Me gustó la idea porque era empezar el proyecto del coche nuevo desde el principio, desde cero. Allí llevo tres años y medio y estoy muy contento. Sigo optimizando los parámetros para el nuevo modelo de Captur.

»Sí, trabajo para Renault, pero en la Fundación CARTIF, una parte de cuya plantilla presta servicios a Renault. Dentro de la Fundación participan también muchos profesores de la Universidad de Valladolid y hay diversos departamentos, como el de Energía renovables, de Calidad, de Medioambiente, Telecomunicaciones, Smart City y a este último equipo estoy intentando presentarles el proyecto de mi dispositivo, para desarrollarlo».

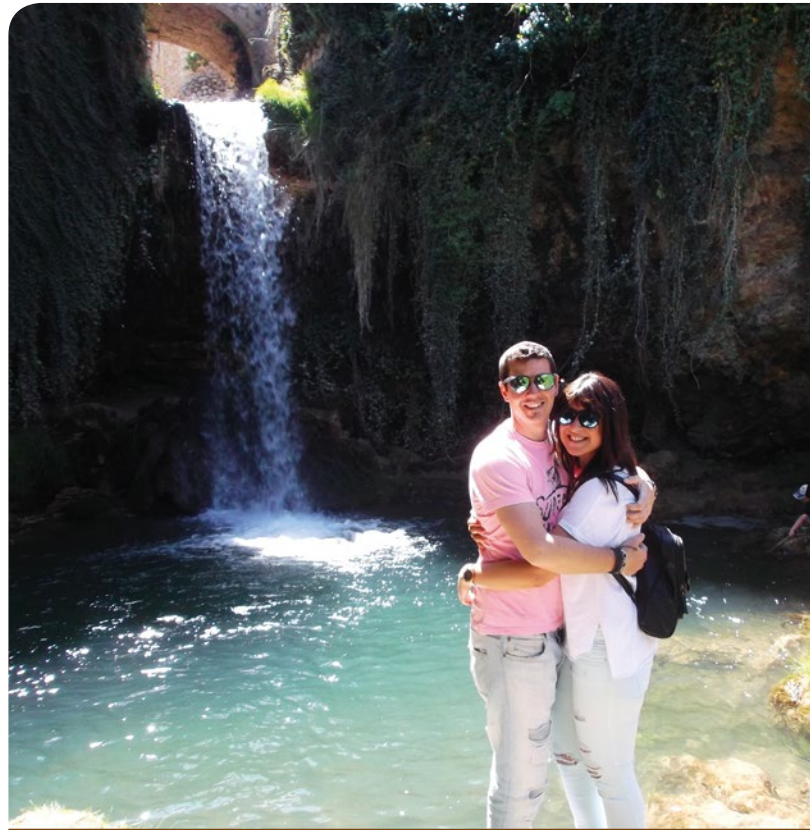


## Eli, Valladolid, Piñel de Arriba y la alegría de lo cotidiano

Conversar con Oscar Sanz es una fuente de plácida alegría. Transmite esa energía tranquila pero poderosa de las personas satisfechas con su cotidianidad. A ello habría que sumarle sus excelentes consejos sobre los mejores sitios históricos y gastronómicos de su ciudad. Y tiene respuesta para todo: «Sí, en lo profesional, me han surgido opciones mejores y he ido cambiando. La verdad es que ahora estoy muy a gusto porque el ambiente de trabajo es muy bueno. Hay muchos compañeros de edades cercanas y nos llevamos todos muy bien. El ambiente de trabajo es vital. Puedes estar en un trabajo que sea lo que has estudiado y querías desarrollar, pero como el ambiente de trabajo no sea bueno... Al final estás allí ocho horas, un tercio de tu día, más otro tercio que te pasas durmiendo, es muy importante que estés a gusto».

Su trayectoria laboral se ha alejado apenas unos kilómetros del sitio donde nació. Pero no se trata de un apego irracional al terruño. Oscar Sanz conoce algo del mundo, no solo por su vocación de viajero pertinaz, con dos o tres destinos internacionales al año, sino porque vivió su experiencia de Erasmus en Bari, Italia, en el Adriático. Pero en términos de geografía personal, le basta convivir con su novia Eli, una licenciada en Química que también trabaja en la ciudad, compartir con sus padres y amigos y escaparse en verano al «pueblo», Piñel de Arriba, a unos 50 kilómetros de Valladolid.

«¿Irme a trabajar al extranjero? No me iría ni a Madrid. Mucho estrés. Me gusta, pero de visita. Tengo compañeros que han trabajado en el tecnocentro de Renault en París y me preguntan: ¿Y a ti no te gustaría? Pues no. Yo, a París, de visita y de turismo. Llevo siete años con mi novia y quiero estar aquí. Los dos nacimos en Valladolid, pero mi padre y su madre son de Piñel de Arriba, un pueblo que en



De senderismo, con Eli.



invierno tiene unos sesenta habitantes, que crecen en verano hasta los cuatrocientos. Nos conocemos de toda la vida, de pasar todos los veranos allí».

— ¿Y hay un Piñel de Abajo?

— Sí, por supuesto.

— Y, antes de que me lo preguntes, se llevan muy bien. Aunque pertenecen a la provincia de Valladolid, están a unos siete kilómetros de Burgos, en la Ribera del Duero, y hay dos o tres bodeguitas.

«Me gusta viajar mucho, pero por placer. El trabajo lo prefiero aquí. Por la calidad de vida de Valladolid. De esta ciudad me gusta casi todo: tiene muchísimos parques, muchísimo verde, en casi todas las calles hay árboles plantados por las aceras y si no, incluso macetas; está muy limpia, es bastante pequeña. Puedes ir andando a todas partes. Vivo a unos seis metros del campo, hacia el final de la ciudad, pero tardo unos veinte minutos en llegar a la Plaza Mayor andando. Es cierto que la fábrica de Renault está en un pueblo pegado a Valladolid, pero no es problema ir y volver. Puedes tener cinco minutos de trayecto en que vas más despacio, pero tardas doce minutos en coche».

Aun siendo un profesional de la electrónica, Oscar Sanz ama la comunicación cara a cara por encima de la digital, como era de esperar en alguien poseedor de redes sociales de calidad —con manos, pies, boca y cuerpo presente— en su día a día. «Tengo LinkedIn porque en su momento lo utilicé para buscar trabajo, pero no estoy en una sola red social. No me gusta ni hablar por teléfono. Me llama mi padre y en dos minutos le he despachado. Mañana voy a comer contigo y me lo cuentas tranquilamente, le digo. Por teléfono parece que estoy hablando solo. Me gusta ver a la gente al otro lado, sus gestos, los matices».

## Los puzles gigantes y otros vicios confesables

Curiosamente, este amante de las dimensiones geográficas pequeñas es un aficionado contumaz a los puzles gigantes. Ahora está terminando de armar uno de 24 000 piezas (4 metros de largo por 1,75 de ancho) y quizás pueda donarlo a una nave que usan en Piñel de Arriba como centro social y cívico. Además, en el taller de la casa familiar en el pueblo, hace manualidades y crea muebles a partir de palés, bobinas de madera y otros elementos reciclados, a los que le concede una segunda vida.

Por otra parte, sus días ciudadanos están colmados de cine («desde las películas clásicas, pues me veía todas las del oeste con mi madre, hasta las nuevas, como las del universo Marvel») y de deporte (una liga federada de fútbol sala, pádel y asistencia frecuente al gimnasio con Eli), además de senderismo, por rutas de Castilla

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Si con el tema de la crisis ya hubo mucha gente que tuvo que irse por motivos laborales, en el sector de la investigación fue algo catastrófico. A la hora de reducir costes, lo primero que se recorta siempre es la investigación. No se comprende que los proyectos que se desarrollan en un país luego van a repercutir en él y le van a dar dinero a ese país. Van a dar publicidad, notoriedad y prestigio. Si hay que reducir, ¡vengal, se reduce en investigación, o en Sanidad y en Educación. Reducen de lo importante y lo menos importante lo mantienen. Es un poco ridículo.

Se ha ido mejorando la economía, hemos ido saliendo poco a poco de la crisis y tampoco se ha hecho mucho para que los investigadores que se fueron en su día puedan volver. Tengo dos amigos que están en Ámsterdam trabajando como investigadores y miran ofertas de trabajo y me cuentan que es de risa. No les merece la pena volver. Por muchas ganas que tengan, no pueden. Lo que les ofrecen es irrisorio.

Los profesionales no se van de España porque quieren; les obligan a irse. Me parece preocupante. Hay un grave problema de inversión y se valora muy poco el trabajo de los investigadores. En todos los campos, pero en áreas como la medicina... Es increíble. Por mucho dinero que ganes, o muy alto que estés como político o como lo que seas, nadie te va a quitar que en dos o tres años tengas cáncer, y a lo mejor si todo el dinero que se invierte aquí y en otros países en armamento se invirtiese en investigación y sanidad, quizás nos iría mejor a todos.

La verdad es que hay pocas ayudas a la investigación. O te buscas tú la vida y pones tú el dinero, o es imposible. He intentado, a ver si colaborando con otras empresas, yo pongo la idea, aquí está mi proyecto, y tú pon los medios y se ve cómo desarrollarlo conjuntamente. Pero es extremadamente difícil. Y ayudas públicas, nada. Para pedir ayudas públicas, te tienes que poner como empresa o autónomo. ¿Qué me monto?, ¿una empresa de la nada?





y León. Todo en un radio de relativamente pocos kilómetros. No es de extrañar, en alguien nacido en el centro de Valladolid y que estudió desde los tres hasta los dieciocho años en el mismo colegio, el de las Teresianas, a apenas 100 metros de la casa que compartía con sus padres y su hermana (tres años mayor). Las Teresianas no hicieron de él un hombre muy religioso, pero sí rico en amigos, con quienes sigue compartiendo y jugando un partido semanal de fútbol sala.

Misas, las justas, solo en bodas, bautizos o comuniones, o cuando sus amigas cantan en el coro, en la misa castellana, además del respeto por la semana santa de Valladolid como fenómeno cultural. «He visto mucha gente que va a misa y según salen pueden ser realmente malignas, pero creen que con ir a misa el próximo domingo ya está todo arreglado. Sin embargo, tengo que decir que la educación de las Teresianas era muy buena, nos inculcaron valores y mi grupo de amigos ha salido muy bien».

Profesionalmente, aparte de la soldadura por resistencia, le interesa todo el universo de la innovación y de la protección del medioambiente. Por ello, hizo un curso de especialización en energías renovables y también un máster de Domótica.

Oscar Sanz asegura no pensar mucho en el futuro, sino vivir el día a día, plenamente en el presente, salvo los viajes al extranjero, que planifica con mucha antelación. En materia de sueños, le gustaría realizar nuevos inventos, orientados hacia una sociedad mejor, «pues muchas veces, los mejores inventos caen en malas manos y se utilizan para todo lo contrario de las intenciones con que fueron creados».

«Como ingeniero, entre mis sueños están las energías renovables y el medioambiente. Me gustaría que se lograran aprovechar al máximo este tipo de energías, nuevos inventos para que los molinos de viento sean más eficientes, o para aprovechar la energía que se produce en los rayos, o disminuir el nivel de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Una vez visto que el mundo no está muy por la labor de reducir las emisiones en un corto plazo, a ver si alguien logra encontrar algo efectivo para captarlo realmente. Sobre todo, innovaciones medioambientales, porque al final es el futuro. Si no tenemos planeta, no hay más que hablar.

»En términos personales, me encantaría terminar de desarrollar mi proyecto y si alguna vez me quedo en paro intentaría montarme mi propia empresa y antes de eso, viajaría. Los primeros seis meses o el primer año intentaría dar una especie de vuelta al mundo. Alguna vez lo hemos hablado Eli y yo, irnos a dar la vuelta al mundo. O por lo menos conocer sitios como Australia y Nueva Zelanda. Los tengo en mis sueños».



## SILVIA ESPINOSA GÚTIEZ

«Modelo atómico de membranas biológicas: aplicación al tratamiento del cáncer mediante ultrasonidos». Universidad Politécnica de Madrid.

### MECÁNICA DE FLUIDOS A ESCALA ATÓMICA CONTRA EL CÁNCER

Una de cada cuatro personas que transitan por las calles del mundo se enfrentará al cáncer en algún momento de sus vidas. Este proyecto tremendamente innovador es para ellos. Se centra en demostrar la viabilidad de los ultrasonidos en el aumento de la eficacia de la quimioterapia contra el cáncer, especialmente en aquellos casos en los que el tumor se ha extendido por el cuerpo humano. Pero no se queda ahí, sino que estudia y propone los métodos para que las máquinas de ultrasonido existentes se puedan utilizar para tal cometido.

Entre otras cosas, el estudio determina qué rangos de frecuencia se deben usar cuando el tumor está localizado y cuando está extendido, dos casos muy diferentes, pues en el primero el objetivo es matar todas las células, pero en el segundo se precisa que la medicina entre a la célula sin destruirlas a todas.

Comprender el alcance científico de este trabajo requeriría varios folios, sobre todo para neófitos. Pensemos en la membrana celular como en una botella con agua, golpeada por una onda de choque. Si esta última le impacta con demasiada suavidad, puede que la botella (y la membrana) ni siquiera se muevan. En cambio, si la onda es demasiado fuerte, podemos romper la botella (y la membrana).

Se necesita, por tanto, algo aún más sutil: que la onda de choque del ultrasonido tenga una frecuencia capaz de incrementar la absorción de las membranas celulares sin matarlas, es decir, que la membrana se mueva solo durante la aplicación de la quimioterapia para absorber mejor y más rápidamente el medicamento, pero luego vuelva a su estado normal.



Otro gran desafío: antes de esta investigación, era imposible simular ese proceso el tiempo necesario para que los médicos pudieran ver si la membrana se recuperaba o se rompía. Era como simular una botella de agua de proporciones mastodónticas. Entonces, con un dominio inenarrable de la mecánica de fluidos y de las matemáticas, este proyecto construye una especie de simetría o espejo de dos ondas de choque que se impactan y contrarrestan y hace posible ver realmente la reacción de la membrana en cada situación. De este modo, el efecto de la onda de choque se puede ver en un tiempo «a escala médica».

En resumen: Primero, este proyecto crea un innovador y exitoso método computacional, físico y matemático, basado en la mecánica de fluidos a escala atómica, que ha logrado alcanzar por primera vez las escalas temporales de interés médico. Segundo, se incluye la primera demostración de que los ultrasonidos incrementan temporalmente la tasa de absorción celular de medicamentos. Además, se demuestra que las células se recuperan rápidamente tras la aplicación del tratamiento. Es decir, la tasa de absorción de nutrientes, aunque muy alta cuando la medicina está presente, vuelve a los valores normales tras la aplicación de los ultrasonidos. Se concluye, por tanto, que los ultrasonidos se pueden utilizar para aumentar la eficiencia de la quimioterapia y disminuir los efectos secundarios sobre el paciente.

El artículo científico derivado del trabajo puede consultarse en Springer: S. Espinosa, N. Asproulis, D. Drikakis: “Chemotherapy efficiency increase via shock wave interaction with biological membranes: A molecular dynamics study”. *Microfluidics and Nanofluidics*. April 2014, Volume 16, Issue 4, pp 613-622. (<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10404-013-1258-x>).

Además del Premio de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, el trabajo ha sido objeto de numerosos galardones: el Premio del «Ingeniero Comerma» al mejor proyecto de investigación en ingeniería, el Premio al Mejor Proyecto Fin de Carrera en el concurso «Ingeniería en Positivo» de FLUOR; el Premio al Mejor Proyecto de la Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial; Premio y medalla de la Escuela de Aeronáuticos de Cranfield; el premio del departamento de Mecánica de Fluidos y Ciencias de la Computación de Cranfield y la beca de La Caixa para cursar un doctorado en Estados Unidos.

## Menciones Honoríficas del año 2014

- ▶ **Cristina Domínguez González.** «Identificación y cálculo de actividades de los isótopos Cs-137; Co-60 y Sr-90 en una muestra ambiental de sedimento».
- ▶ **Graciela Fernández Méjica.** «Diseño de Metamateriales geomiméticos inspirados en redes de Bravais».





# Silvia Espinosa:

## UNA MADRILEÑA FRENTE

## AL HORIZONTE DE BOSTON

El Instituto Tecnológico de Massachusetts es la mejor universidad del mundo. En esta afirmación no hay el más mínimo resquicio para la exageración o las metáforas. Literalmente, es la mejor. Así lo acredita el prestigioso Ranking Mundial de Universidades QS, basado en estrictos y polifacéticos indicadores. Desde el año 2012, el MIT, brevemente conocido así por sus siglas inglesas, ha ocupado una y otra vez el primer lugar de esta clasificación internacional.

Fundado en 1861 en Boston, y trasladado en 1916 a la orilla norte del río Charles, en Cambridge, con una vista privilegiada de la bostoniana bahía Back, el MIT es también la universidad más selectiva de Estados Unidos. Por lo regular, de cerca de 22 000 demandantes de matrícula, suelen aceptarse solamente unos 1500 estudiantes. Quizás debido a esa exigente selección, de sus filas han salido nada menos y nada más que 90 premios Nobel, en muy diversas áreas.

A la vez, este centro de excelencia exhibe una envidiable vocación global. En el curso 2018/2019 sus estudiantes procedían de 50 estados diferentes de los Estados Unidos y de 127 países de todo el mundo. Quizás la definición más exacta de este sorprendente coloso científico sea la de su web oficial: «La comunidad del MIT está impulsada por un propósito compartido: hacer un mundo mejor a través de la educación, la investigación y la innovación. Somos divertidos y extravagantes, élite pero no elitistas, inventivos y artísticos, obsesionados con los números y acogedores con personas talentosas, independientemente de su procedencia».

Este preámbulo es más que necesario para entender, en toda su magnitud, el valor de un hecho a primera vista simple: Silvia Espinosa, una ingeniera industrial nacida en el barrio madrileño de Moratalaz y educada íntegramente en el sistema público español, ha realizado en los últimos seis años su Doctorado y Postdoctorado en el MIT; primero, entre 2013 y 2017, en el Departamento de Ciencias y Energía Nuclear y, a partir de ese momento hasta agosto de 2019, su etapa postdoctoral en el Laboratorio de Física de Plasma y Energía de Fusión.

De hecho, Silvia fue la única de los galardonados con el Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego en estos quince años que no pudo acudir personalmente a recibir su premio, pues



En la Universidad de Cranfield, en Reino Unido, con el director de su tesis del máster y director del mismo, durante la entrega de premios.

ya se encontraba en Estados Unidos. Con una amplia y a la vez algo tímida sonrisa en el rostro, su padre se encargó de representarla en la ceremonia.

Sin embargo, esta joven de 29 años recuerda con alegría y humildad aquel premio: «Significó muchísimo para mí. Haces un proyecto y pones muchas horas y mucho esfuerzo. Y te da ánimos para seguir adelante si alguien reconoce ese esfuerzo. Pero lo más importante es que ayuda a difundir tu proyecto. Dar a conocer esa aplicación de la ciencia contra el cáncer puede ayudar a mucha gente. Estoy más que agradecida a la fundación. Nunca podría pagarles de vuelta».

Esta ingeniera industrial con especialidad en técnicas energéticas estudió en la Universidad Politécnica de Madrid, pero cursó su quinto año en Reino Unido, gracias a una beca Erasmus, y allí realizó en 2013 el trabajo de fin de carrera premiado, además de un máster de mecánica de fluidos computacional. La motivación de este proyecto fue su abuela paterna, Araceli, quien murió debido a un cáncer cuando Silvia estudiaba el segundo año de su carrera.

Sobre la evolución y aplicación actual de ese trabajo, Silvia no tiene noticias concluyentes: «La ingeniería ha hecho su parte y ahora está el tema en el campo médico. Se han seguido publicando trabajos y el artículo que publiqué ha sido frecuentemente citado. En la comunidad científica han salido muchos estudios que han seguido utilizando ese método y han intentado aplicarlo. También es complicado. Se precisan protocolos muy rigurosos y la industria médica y farmacéutica mueve mucho dinero e intereses. Es un campo muy complejo».

## Un minisol en la tierra

Para su doctorado, la mirada de Silvia se dirigió a otro desafío: la energía de fusión o, en otras palabras, cómo crear un minisol en la tierra. En vez de un material radiactivo, la fusión produce helio, ese gas noble presente en los globos de las fiestas infantiles. Es completamente inofensivo y estable, «aparte de que hablas con voz de pito, no hace nada». Se trata de una energía limpia, obtenida a partir de agua y piedras. Del agua se saca deuterio; de las piedras se extrae litio y luego de ahí, tritio. En esencia, «con dos litros de agua y 250 gramos de piedras,

podrías abastecer a una familia europea por un año. La eficiencia energética es altísima y, además, hay mucha disponibilidad, en comparación con el petróleo, por ejemplo. Por otro lado, no se produce una reacción en cadena y, por lo tanto, es un proceso seguro», explica la investigadora.

«El desafío es que necesitas temperaturas muy altas y hasta hace unos años era muy difícil encontrar materiales que soportaran la temperatura del sol. Cuando yo estaba en la carrera se escuchaba esto. Pero se encontraron materiales de alto número atómico capaces de resistir esas temperaturas. Hay máquinas que generan más energía de la que se consume; el MIT tiene una máquina de estas.

»Estas materias soportan la temperatura del sol, pero generan impurezas que a su vez producen pérdidas energéticas. Lo que intentamos aquí es encontrar cómo hacer que ese minisol automáticamente remueva impurezas. Necesitas una pared alrededor de él y confinarlo con campos magnéticos, y si entiendes los fenómenos que ocurren internamente en el sol, puedes encontrar unas condiciones para que ese sol automáticamente elimine impurezas y consiga el combustible. Puedes encontrar un rango en el que haga lo que tú quieres. La idea es encontrar los fenómenos físicos que juegan a tu favor para diseñar la máquina de la manera más adecuada».

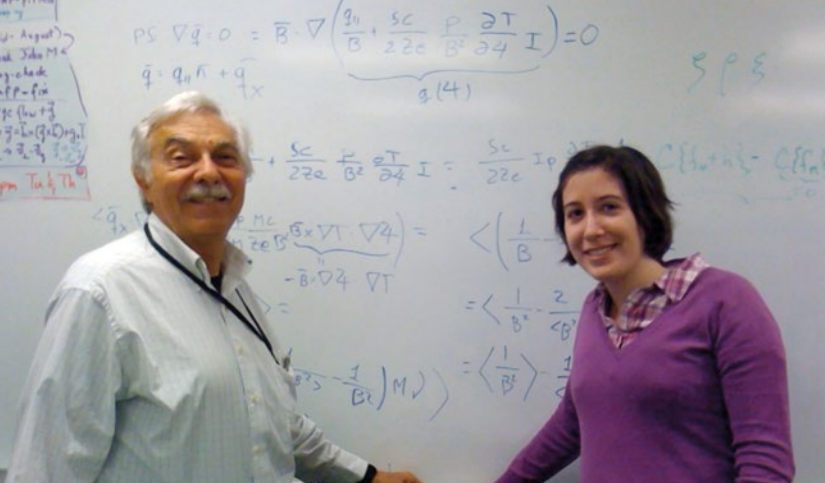
Justamente en eso han trabajado Silvia y su tutor, Peter Catto, en el grupo de teoría, haciendo la parte de «papel y boli», desarrollando las ecuaciones físicas para encontrar los términos más favorables. Mucha Física. Teoría pura. Y luego hay otros investigadores que lo simulan y con ello consiguen los parámetros necesarios para diseñar y fabricar la máquina.

No se trata precisamente de un orden cronológico: «Es una colaboración, hay veces que la teoría se hace primero, y otras veces, va al revés, ven un experimento que no saben explicar y ahí entramos nosotros. Se trabaja de un modo muy unido en el MIT, con una comunicación y colaboración intensa entre equipos y fases de los proyectos».

Silvia es una apasionada de los minisoles y de la comunidad internacional de fusión, también presente en Alemania y en la propia España (con un Laboratorio Nacional de Fusión en el CIEMAT), empeñados en crear minisoles por doquier. «Si sale adelante, este tipo de energía limpia va a cambiar completamente la sociedad. Aunque tarde un poco, pero en cuanto salga, va a sustituir a la fisión. La fisión toma un núcleo grande y lo corta en dos, el problema es que esos dos son radiactivos y que tienes un neutrón que genera una reacción en cadena.

»Tiendo a ser optimista en la vida. Pero también sé que lo que pase en el futuro depende de las decisiones que tomemos en el presente. En realidad, de algún modo, cada persona en su área tiene influencia en la decisión de en qué vamos a invertir. Aquí en el MIT antes se tenía financiación pública y ahora se ha conseguido también financiación privada. Muchas empresas ven que va a cambiar el modo de producir energía. Y me gustaría que España se posicionara a tiempo, sería importante educar a los estudiantes y que la gente de la calle empiece





Silvia, con su director de tesis doctoral en el MIT, su admirado Peter Catto, diseñando un reactor de fusión, a través del entendimiento de los procesos físicos que en él ocurren.

a conocer esta energía. Porque hay veces que España se queda atrás y nos unimos tarde. Y si esta vez nos unimos temprano, y, por ejemplo, hay una empresa de bobinas para conductores magnéticos española que proporcione servicios a las centrales de todo el mundo, eso puede significar un renacimiento económico, que cuando me fui era muy necesario. Este cambio del panorama energético podría ser una oportunidad muy buena para España».

Como el espíritu investigativo tiene un efecto de contagio, nos impulsa a escarbar más en las moti-

vaciones y experiencias de esta ingeniera. ¿Qué fue buscando al MIT? ¿Qué le hizo plantearse un objetivo tan elevado y difícil? «Me fui al MIT porque allí está, en mi opinión, el mejor teórico en física de plasma del mundo, Peter Catto, y quería aprender de los mejores. Por supuesto, hay científicos buenísimos en España y otros sitios de Europa, pero Peter hace teoría, que es lo que quería hacer yo, y tiene un pensamiento que a mí me atraía mucho. También me gusta mucho la abundancia de clases muy específicas del MIT. En España teníamos una clase de energía de fusión, pero aquí tienen cursos muy específicos, del tipo “ondas en plasma”, impartido por uno de los mejores especialistas mundiales de ese campo. Me atraían mucho esas asignaturas específicas, porque física de plasma era un universo nuevo para mí. Y me gustaba trabajar con uno de los mejores, si no el mejor, en física teórica de plasmas.

»La verdad es que sigo en contacto con gente del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT) de España. Hacen congresos cada dos o tres años y sigo llevándome muy bien con ellos. Tienen un grupo muy bueno. Y, por otra parte, en el MIT se colabora con Reino Unido. La experiencia ha sido muy positiva».

## El «bichito» de la investigación y de la ingeniería

Pero el «bichito» que le inoculó la investigación y la ingeniería a esta investigadora de talla internacional fue auténticamente «made in Spain», con el sello —preciso es reiterarlo— de la enseñanza pública española. Primero en el colegio Real Armada, de Moratalaz; luego en el instituto de educación secundaria y de bachillerato Felipe II, también allí. Y finalmente en la prestigiosa Universidad Politécnica de Madrid.

«Empecé a investigar muy pronto gracias a las becas de excelencia de la Comunidad de Madrid. Durante la carrera te daban una beca para que hicieras investigación con un profesor de la universidad. Hubo un año, con

## LA RECETA DE SILVIA PARA «QUISAR» UN BUEN INGENIERO.

Creo que el pensamiento crítico es un ingrediente muy importante. O sea, ser crítico con las ideas, analizarlas bien. También, la creatividad. Y otra cosa que es vital para todos los campos es la motivación. Para un ingeniero es muy importante tener el deseo de hacer un mundo mejor en cualesquiera de las áreas donde trabaje. El ingeniero se propone resolver problemas que nadie ha resuelto antes; para intentar algo mejor. Y luego que sean buenas personas. Eso también es muy importante. Hay veces que la tecnología la desarrollas con toda la buena intención del mundo y luego puede usarse mal. Pero el deseo de usarla para bien es esencial.



el profesor Ignacio Romero, que cambió mi vida. Los otros también eran muy buenos, pero Ignacio había hecho el doctorado en Berkeley, Estados Unidos, y llevó ese sistema de investigación a España. Tenía un grupo durante el verano con sus estudiantes de Doctorado. Es una persona a quien le debo muchísimo y que admiro con todo mi corazón. Me enseñó a investigar, me inculcó el pensamiento crítico, cómo aproximarse a los problemas, me contó de la existencia de los artículos científicos. Me convenció de que podía resolver problemas que nadie había resuelto. Era fascinante. Y la verdad que eso cambió mi vida».

Y aún podemos rastrear esa vocación en la infancia. «Mis padres no son de Madrid, sino de Palencia. Mi tío es ingeniero técnico. Mi padre estudió Psicología, pero empezó a trabajar con 16 años de empleado de banca y todavía trabaja en un banco. Mi madre hizo Química y es profesora de tecnología en un instituto en Madrid. Cuando yo tenía 17 años, mis padres se mudaron a Vicálvaro.

»Desde pequeña participaba en el programa Madrid por la ciencia, en los típicos experimentos con imanes y tal. Tengo una hermana dos años menor que yo, Irene, que es arquitecta, y compartíamos juegos de ciencia».

De aquella lejana etapa y de su intenso trabajo como investigadora, le viene a Silvia otra de sus pasiones, la vocación de profesora: «¡Cuesta tanto investigar! La primera vez que resuelves algo nuevo, pruebas varias cosas, aprendes de los errores y tardas bastante. Y si puedes enseñarlo, de manera que la nueva generación sepa lo que no va a funcionar y por qué y lo que podría funcionar, les ahorras muchísimo tiempo y con suerte pueden llegar mucho más lejos. Es parte del progreso.

»¿Por qué me decanté por la ingeniería? Es una buena pregunta. Me imprimí los planes de estudios. Recuerdo que un amigo me dijo: “Eres más rara...”. Y con los planes de estudio delante me pregunté: “¿Qué me apetece aprender?”. Vi que ingeniería industrial tenía todas las cosas que quería: física, matemáticas, de todo. »Porque las ingenierías en España tienen muchísimas asignaturas. Y a medida que avanzaba en la carrera me llamó más la especialidad en energía porque tiene mucha termodinámica y física detrás. Admiro a la gente que hace medicina o cosas así. Es impresionante. Pero creo que yo le doy muchas vueltas a las cosas y no sé si podría tomar alguna decisión muy rápidamente y desconectar luego cuando me fuera a casa. Y como le doy vueltas a las cosas, eso para investigación está muy bien».

## ¡Y llegó Liam!



Los dos amores de Silvia del otro lado del Atlántico: Nathaniel y el recién llegado Liam.

En abril de este año 2019, un nuevo factor se ha sumado a las ecuaciones vitales de Silvia Espinosa. No está hecho de agua y piedras, sino de amor y genes, pero es también un poderoso minisol que responde al nombre de Liam.

Y aunque se dice que el orden de los factores no altera el producto, eso será en Matemáticas. En este relato hemos de aclarar que antes de Liam llegó su esposo, Nathaniel, un ingeniero aeronáutico oriundo de Wisconsin que hizo su carrera en Maryland, cerca de Washington, y después de sacar un máster de negocios montó su empresa en el campo de la sanidad, automatizando con ordenadores algunos procesos sanitarios.

Curiosamente, o tal vez no tanto, sino solo como un signo más de la atribulada modernidad, Silvia y Nathaniel se conocieron por la aplicación online OK Cupid. Ella lo cuenta así: «Cuando vine a Estados Unidos tenía un novio español, una relación larga, pero se acabó. Conocí a Nathaniel hace dos años. Vivíamos en Boston, pero no nos conocíamos. Tuvimos la primera cita el 8 de abril, y nos casamos al año siguiente, el 7 de abril, el cumpleaños de mi esposo es el 10 de abril y el bebé ha nacido justo en la madrugada del 10 de abril de 2019.

»Mi madre pensaba que me iba a casar en España, y resulta que se le va la hija para Estados Unidos y luego se casa con un norteamericano. Pero la verdad es que después ya le encantó mi marido y se llevan muy bien. De hecho, las dos partes de la familia están aprendiendo respectivamente español e inglés para comunicarse, y a nuestro hijo lo vamos a educar bilingüe».

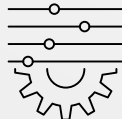
## CON MIRADA DE INGENIERA: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Obviamente, no puedo hablar por todas las personas aquí en Estados Unidos, pero desde Estados Unidos la opinión sobre los investigadores españoles está muy marcada por si conocen o no a alguien de España, en un congreso y tal. Si ese profesional es muy bueno, entonces la imagen y la opinión es buena.

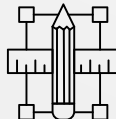
Creo que ahora que la gente está saliendo más y hay muchas becas para potenciar trabajos en el extranjero, si ellos hacen buen trabajo, España adquiere el prestigio de sus investigadores. En el MIT hay profesores españoles y de hecho tuvimos una reunión con el cónsul en Boston para conocer todas las colaboraciones. Son un gran ejemplo de los investigadores españoles. Puedo decir que en el MIT tienen buena impresión de la investigación que se hace en España.

La investigación tiene mucho futuro, pero se necesita mucho apoyo para demostrarlo. Digo, con total conocimiento, que en España hay grandes investigadores, que te enseñan eso, que puedes resolver problemas aún no resueltos en el mundo y que cada persona puede poner su granito de arena.

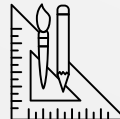
Después de hacer el máster en Reino Unido, como me dieron una beca de la Caixa, y tenía un año y medio para solicitar plaza en Estados Unidos, trabajé durante un año en el CIEMAT, en Madrid, donde me enseñaron física de plasma. También les estoy muy agradecida. Ese año estuve, además, en el Instituto Max Planck de Física de Plasmas, en Garching, cerca de Múnich, en Alemania; compartí ese año entre los dos centros. Mi vivencia fue positiva en ambos sitios. Hay ambiente internacional.



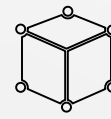
EQUALIZER .



PENCIL



GEOMETRY



CUBE



DOCUMENT







Es difícil conciliar una profesión tan exigente y la vida familiar. En Estados Unidos dan solamente dos meses de baja de maternidad. Y 20 días de paternidad. Aunque Nathaniel, al ser empresario, trabaja desde casa. Pero como brillante matemática, aficionada en sus ratos libres a la psicología y la filosofía, Silvia tiene sus ideas muy claras. «No quería tener hijos antes de acabar el doctorado. Y en ese sentido, esperé. Al mismo tiempo, sentía el reloj biológico y me preocupaba esperar demasiado. Pensamos tener idealmente dos, para que puedan jugar el uno con el otro. Creo que sí lo podemos compatibilizar».

Con 29 años y una vez terminado su postdoctorado en agosto de este 2019, Silvia Espinosa está en un momento de cambios, condicionados también por la llegada de Liam. «A mí me gustaría seguir investigando. O quizás lo ideal sería un puesto de profesora. Igual necesitamos una guardería o depende también del lugar donde estemos. Pero puedes tener guardería y compaginar trabajo. Mi madre trabajó cuando yo era bebé, aunque luego se tomó un tiempo para criarnos a mi hermana y a mí. Ves gente muy buena profesionalmente pero que carecen de un balance entre el trabajo y la vida familiar».

Aunque ella aún no lo sabe, llega por fin la pregunta de la despedida. ¿Las ingenieras sueñan mucho? ¿Con qué sueñas tú? «No me acuerdo casi nunca de lo que sueño, pero hablando metafóricamente, mi principal sueño es que no haya guerras. Que logremos paz en el mundo me parece vital, porque hay mucha gente afectada. Estaría muy bien si como humanos pudiéramos encontrar una manera de trabajar juntos para hacer un mundo mejor y resolver los conflictos de una manera más diplomática. Si tuviera que elegir algo, sería paz.

»La energía limpia es también otra prioridad para las siguientes generaciones porque está claro que nos estamos cargando el planeta, se nos está yendo de las manos. No solo centrarnos en nuestra generación, sino intentar dejar el mundo mejor para las generaciones venideras, con energía limpia e incluso siendo más responsables en cuanto al consumismo y ese tipo de fenómenos. Tener las prioridades más claras.

»En lo personal, tengo vocación de ser profesora e investigadora. Pero en cuanto tienes un hijo no todo es sobre ti. El objetivo cambia hacia dar tantas oportunidades como puedas para la siguiente generación. Tengo que aprender a ser madre y encontrar un balance».

Justo al momento de publicar este libro, nos llega una gran noticia: una vez terminado el postdoctorado en agosto de este 2019 en el MIT, Silvia Espinosa ha comenzado a trabajar en septiembre como profesora en el Instituto Courant de Ciencias Matemáticas de la Universidad de Nueva York (NYU). Allí tienen un grupo de fusión teórica y podrá investigar y dar clases. Para allá ha marchado con Nathaniel y con el pequeño Liam, en la búsqueda del soñado equilibrio científico y humano.

## SARA GARCÍA JIMÉNEZ

«Adaptación a normativa del requisito básico de ahorro energético en edificación singular. Metodología de actuación en edificación docente». Universidad Politécnica de Madrid.

### LA ENERGÍA NUESTRA DE CADA DÍA

En vez de estudiar nuevas fuentes de energía, este proyecto se centra en ahorrar la que ya tenemos. Enmarcado en el campo de la eficiencia energética, evalúa el cumplimiento de la normativa vigente y propone medidas concretas para mejorar las condiciones de una edificación docente de construcción seriada típica de los años 80, los Institutos de Bachiller de 24 unidades, presentes en toda España, con modificaciones de obra civil y de los sistemas de calefacción y agua caliente e iluminación, con las cuales, además de incrementar el confort, se disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía primaria. Original, innovador y multidisciplinar, el trabajo establece una metodología concreta, la contrasta y estudia incluso su viabilidad económica y planificación temporal.

El párrafo anterior sería un buen resumen de este trabajo, pero para entender bien su alcance, se precisa profundizar un poco más. En primer lugar, aquí se trabaja con algo tan importante como el Documento Básico de Energía incluido en el Código Técnico de la Edificación (CTE), que traspone a la realidad española las directivas europeas. Por lo tanto, de algún modo se relaciona con la carrera por no quedarnos en la cola de Europa también en materia de consumo y ahorro energético.

Pero esta no es solo una carrera de ideales y buenas intenciones hacia el medioambiente, sino que se traduce en ahorros económicos palpables, capaces de reducir el monto de las facturas de la electricidad, del gas natural o de las fuentes energéticas de cada edificación.

Para ello, el proyecto elabora una herramienta de verificación de cumplimiento de la normativa, aplicable a cualquier edificio, con parámetros tales como longitud de fachadas, ventanas, iluminación, maquinaria instalada y muchos otros. Y, además, la prueba en la práctica.

A la altura del 2014, año de realización de este proyecto, había en la Comunidad de Madrid cerca de cuatro mil centros docentes, con una superficie total aproximada de 15 millones de metros cuadrados, construidos según modelos estándar y modulares similares a la edificación objeto de este estudio, por tanto, las propuestas y modificaciones para el ahorro energético eran fácilmente generalizables.

La investigación requirió, además, llevar los antiguos planos arquitectónicos a AutoCAD, y un completo análisis de viabilidad económica de las medidas propuestas y sus correspondientes retornos de la inversión.

Los cambios propuestos se concentraron en la envolvente del edificio, el aislamiento de fachadas y de cubierta, la sustitución de ventanas por otras más eficientes, la adaptación de la instalación de iluminación a la normativa, con detectores de presencia en zonas de poco tránsito como pasillos y baños, detectores de intensidad lumínica en la primera línea de luminarias junto a la ventana para que si hay mucha luz natural tengan más baja intensidad o incluso se apaguen. Cada una de esas medidas respaldadas con los cálculos económicos, períodos de retorno de inversión, ahorro económico. Se trataba, ni más ni menos, de un completo estudio de ingeniería real, listo para ser usado.

## Menciones Honoríficas del año 2015

- ▶ **David Alcázar Llano.** «Sistema distribuido de accionamiento, medida y visión integrados con manejo remoto seguro».
- ▶ **Myriam Travesí Ansón.** «Dinámica de burbujas encapsuladas sometidas a un campo ultrasónico. Aplicaciones médicas».



# Sara García:

## UNA INGENIERA EN

## EL LABERINTO DE LA ENERGÍA

Tantos milenios después, el mito griego del Minotauro de Creta se desdibuja cada vez más. Ya no se sabe cómo murió aquel ser mitad hombre, mitad animal, si Ariadna le dio a Teseo un ovillo de hilo o un vulgar rollo de cuerda, o si a esos hijos de reyes les unió la conspiración o el amor. A fin de cuentas, los humanos del siglo XXI tenemos otros laberintos que descifrar, como el de la energía, donde a menudo nos adentramos embistiendo contra el planeta con mirada y cabeza de toro y sin ningún hilo de regreso a la cordura.

Hay que tener la valentía de Teseo y la inteligencia de Ariadna para trabajar en el laberíntico universo de la eficiencia energética, convenciendo a los Minos y los Egeos de la actualidad de la necesidad de defender el planeta. Al parecer, la ingeniera industrial con especialidad en mecánica construcción, Sara García, tiene las dosis de conocimiento y lucidez requeridas para abrazar esta causa esencial de nuestros días. Así lo hizo en su proyecto de fin de carrera y a ello ha dedicado su vida profesional en los últimos años.

¿Un proyecto con una utilidad tan concreta y a la vez generalizable tuvo la suerte de aplicarse o quedó en la oscuridad de algún cajón? Sara solo puede responder por la parte que le toca: «Al término del proyecto, fui al instituto real objeto del estudio, el Salvador Dalí y les presenté el trabajo al responsable de Mantenimiento y al director del centro y se los di en un CD, por si ellos querían tener un orden de magnitud de cuánto les costaría una inversión y para que, si en un futuro conseguían fondos, lo pudieran aprovechar. No sé si se llegó a llevar a la práctica».

Sin embargo, el Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego la decidió a dedicarse plenamente a la búsqueda de la eficiencia energética. «A nivel profesional fue un premio muy importante. Prácticamente me marcó el camino y me reforzó la decisión de seguirlo. Al final yo me dedico a eso, a la eficiencia energética. Fue hace cuatro años, pero parece mucho más. De hecho, actualmente integro, como vocal, la Comisión de Energía del Colegio de Ingenieros. He obtenido el título CEM, Certified Energy Manager, y soy miembro de la Asociación AEE en su capítulo de España».



En cierto modo, la eficiencia energética pareciera un slogan de moda, una de esas melodías veraniegas pegadizas que se tararea casi por inercia, sin demasiado análisis ni profundidad. Pero a esta ingeniera madrileña no le importan las etiquetas, sino los resultados. «Es un tema muy de moda, pero por un motivo. El objetivo de Europa es ir hacia una sociedad mucho más sostenible. Para ello se han desarrollado políticas y programas como el Horizonte 2020 de emisiones de CO<sub>2</sub>, que ahora se ha extendido al 2050. Se actualizan las normativas y se va obligando a los países miembros a su cumplimiento. En el caso de España es significativo que nos obligan a base de penalizaciones económicas porque siempre vamos un poco atrasados con respecto a la normativa energética europea. Pero desde su creación en el 2006, nuestro Código Técnico de Edificación poco a poco se ha hecho más exigente, y en 2020 saldrá precisamente una nueva versión del Documento Básico de Energía. Cada vez se exige cumplir más criterios. Es un campo con mucho margen para investigar y trabajar.

»Existen dos tipos de empresas y directivos: los realmente concienciados con ese ahorro, que emprenden mejoras de sus instalaciones no solo por la repercusión económica sino pensando en los objetivos de desarrollo sostenible y luego otros no tan concienciados, pero que se ven obligados por la normativa a implementar mejoras energéticas o a realizar, por ejemplo, las auditorías energéticas.. De hecho, en muchas licitaciones públicas te piden las certificaciones energéticas. Pero al final lo que importa es el resultado. Sea cual sea la motivación, lo importante es que se consigue ese ahorro.

»Todas las medidas de ahorro energético reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>. Quizás aplico una medida en este edificio, y ahorro solamente un 5 %, pero uno mío y otro tuyo van sumando y conseguimos entre todos un ahorro importante.

»Es cierto que hoy la eficiencia energética te da marca, pero eso es positivo. Un montón de empresas ya ponen en sus entradas o en sus páginas web: “Hemos ahorrado X kWh de electricidad. Eso equivale a X toneladas de CO<sub>2</sub> o a X árboles”. Por valor para la marca, por normativa o por profunda conciencia, avanzamos por el buen camino. Y como hay una relación directa entre el ahorro energético y el económico, pues al final este tema se traduce en un lenguaje que entendemos todos».



Durante su etapa de trabajo en el aeropuerto de Barajas.

## Un largo (y útil) camino

«Todos los caminos conducen a Roma» es un refrán muy presente en el imaginario europeo, tanto en España como en Italia, Francia, Alemania y Reino Unido. Y, al parecer, según muestran algunos frikis algoritmos recientes, hoy sigue siendo una afirmación tan cierta como en los tiempos del emperador Augusto.

Precisamente esa frase, que alude a las muchas maneras de llegar a un mismo objetivo, parece resumir el largo camino de Sara García hacia su título universitario. Ella no solo fue capaz de transformar esa tardanza en una ventaja, sino que lo explica con total transparencia: «Empecé a estudiar en el 98. Me pilló el cambio de plan de estudios del año 2000, que fue un desastre, porque aparecieron asignaturas de primero y segundo que yo no tenía aprobadas y tuve que hacer. Luego se me atragantaron un par de asignaturas y como estaba trabajando a la vez, me costó bastante. Y con el proyecto de fin de carrera estuve un año completo.

»La ingeniería industrial es una carrera que demanda mucho tiempo. No puedes estudiar al final, tienes que estudiar todos los días, hacer un trabajo muy continuo, ser muy organizado y a pesar de todo eso, luego llega el examen y las cosas pueden salirte mal. Ahora ya los planes de estudio han cambiado, dan puntos por otro tipo de cosas, pero en aquel momento te jugabas todo a un examen. Aparte de haber estudiado y tal, también era un poco cuestión de tener suerte ese día.

»Para mí, finalmente, esa dilación fue una oportunidad porque pude pillar ese boom de la eficiencia energética. Quizás si hubiera acabado la carrera más pronto, estuviese trabajando en otra área».

En cada uno de los pasos de ese extenso camino, Sara supo alejarse una y otra vez del desaliento e incluso amar a esa universidad que tan difícil le estaba poniendo las cosas: «Una característica que en general compartimos quienes estudiamos ingeniería industrial en la Politécnica de Madrid es la capacidad de sacrificio. Ahora hay gente que estudia la carrera a curso por año. Pero en mi época era una minoría. La gran mayoría teníamos alguna asignatura colgando. Entonces, al final tenemos una capacidad de trabajo y de superación, que en otras universidades de la misma carrera quizás no se adquiriría igual. Eso lo he visto luego en el universo laboral, la increíble capacidad de trabajo que tenemos los de la Politécnica. No sé qué nos habrán hecho allí, pero había un nivel de exigencia particular».

Al mismo tiempo, y esta es otra moraleja interesante del relato vital de Sara, ella aprendió mucha ingeniería fuera de las aulas, en un camino paralelo a la universidad, trabajando en empresas: «Cuando llegué al proyecto de fin de carrera, ya acumulaba mucha experiencia laboral. Al no tener el título, me contrataban con una categoría inferior, pero en la práctica desarrollaba labores de ingeniero. Uno de los problemas de la carrera en aquellos años es que

todo resultaba muy teórico y poco práctico. Por eso trabajar en empresas fue muy útil. Aprendí a manejar realmente el AutoCAD, el CYPE, los cálculos de instalaciones, redactar proyectos básicos de ejecución, en fin, todo».

Visto desde afuera, este largo recorrido de becaria por contratos varios da un poco de vértigo. Desde aquella empresa dedicada a transformar camiones hasta otros despachos de ingeniería al uso, como Código de instalaciones urbanas y su socia, Código Arquitectura; o posteriormente en CEPRETEC, en una UTE en el aeropuerto de Barajas para actualizar los planes de autoprotección, pasando por etapas de hacer «cosas satélites» impartiendo, por ejemplo, cursos de Excel para empresas o preparando estudiantes de instituto para su selectividad de física y matemáticas.

Sin embargo, Sara García se las ingenió para aprender en cada punto del camino y recuerda con especial gratitud las jornadas de supervisión de las obras con la dirección facultativa de los arquitectos, y su útil cosecha didáctica en materia de cálculo de instalaciones, elaboración de planos e incluso habilidades de comunicación.

Ese sinuoso camino condujo a nuestra protagonista no solo a un proyecto de fin de carrera doblemente premiado (por la fundación Rodolfo Benito Samaniego y por Elecnor) sino también a un puerto laboral feliz: la firma AUREN, un servicio profesional de auditoría, consultoría, asesoramiento legal y *corporate*, con más de dos mil profesionales, 15 oficinas en España y presencia en 11 países. Allí entró en octubre de 2015 como consultora, para trabajar en temas de eficiencia energética, y en abril de 2018 fue promovida a gerente de Ingeniería de la división de Consultoría. Su actual jefe la encontró a través de la Bolsa de Trabajo del Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid y supo ver la historia de esfuerzo y perseverancia de esta ingeniera.

En AUREN realizan consultoría energética, por ejemplo, estudios energéticos, monitorización de consumos, optimización de tarifas, propuestas de mejora y colaboración para gestionar subvenciones de eficiencia energética, entre otras tareas. En resumen, una especie de paraíso terrenal para alguien tan amante de este campo como Sara, quien ahora trabaja más a nivel de gestión de equipos y de la cartera de clientes, pero no duda en «meterse en harina» y regresar a los cálculos y los proyectos cuando las tareas y los plazos así lo requieren.

## Yo me bajo en Atocha, yo me quedo en Madrid

«A mitad de camino entre el infierno y el cielo / yo me bajo en Atocha, yo me quedo en Madrid», afirma en una de sus canciones más emblemáticas el cantautor Joaquín Sabina, con un verso que parece describir a la perfección la postura de esta ingeniera madrileña: «Francamente, nunca me llamó la atención irme al extranjero. Como experiencia personal, quizás me habría gustado hacer un Erasmus o algo así. Pero laboralmente nunca me planteé irme al extranjero. Como enseguida entré en AUREN, a hacer cosas que me gustaban... Creo que ese tema va muy ligado a la edad y según pasa el tiempo, da más pereza irte fuera, mover a la familia...

## LA RECETA DE SARA PARA «QUISAR» UN BUEN INGENIERO.

La capacidad de trabajo es fundamental. El ser capaz de hacer esfuerzos por ponerte en la piel del cliente que te pide ese trabajo para cumplir sus necesidades y que casi siempre lo pide con urgencia. No es un trabajo que se pueda dejar para el último momento. El trabajo tiene que ser minucioso y exhaustivo. Además, es importante el aprender de las experiencias laborales que vas viviendo, para aplicarlas.

Quienes entramos en carreras de ingeniería lo hacemos con una nota en selectividad alta. Todos partimos de ahí. Todos éramos de los mejores en nuestros colegios o institutos, pero evidentemente, luego hay gente muy sobresaliente y otros que somos más trabajadores, más hormiguitas. Es muy importante no perder la motivación durante los años de estudio. Y ya en la vida laboral, lo reitero, lo esencial es la capacidad de trabajo.



»Mi hermano, que estudió minas, sí que hizo todo lo contrario. No paró, haciendo prácticas en Perú, en Suiza, en Australia, fue todo lo opuesto a mí. Un aventurero nato, desde muy temprano. De hecho, ahora vive y trabaja entre Perú y Colombia. No sé por qué, pero yo nunca me lo llegué a plantear en serio».

Quizás una de las razones esté en los vínculos con su familia y amigos, bastante enraizados en Madrid, incluso a pocos kilómetros de distancia con sus padres, y en que la ciudad fue el escenario geográfico de su vocación de ingeniera:

«Yo nací aquí en Madrid, en 1978. Vivíamos en el barrio de Pacífico y luego mis padres se cambiaron a la zona de Antonio López, donde está ahora todo lo de Madrid Río. Y ahora yo vivo ahí también, tres calles más arriba de mis padres, con mi marido. ¿Buena estudiante? Pues la verdad es que sí, de sacar en el cole todo sobresaliente, menos gimnasia, que me costaba muchísimo. Como se me daban bien las asignaturas de ciencias, me planteé estudiar matemáticas, físicas o algo así. Vi que la ingeniería industrial tocaba un poco todos los temas. En mi familia no hay no hay un historial de ingenieros. Mi padre trabajaba en Parques Nacionales, en el Ministerio de Medio Ambiente, ha sido funcionario toda la vida del Ministerio de Agricultura y mi madre trabajó en diversas empresas, pero luego fue ama de casa, dejó de

trabajar para cuidarnos, lo que se hacía en aquellos tiempos.

»Mis padres se preocuparon por darnos una educación, apoyarnos en lo que quisiéramos estudiar. También en aquella época quizá era más fácil, porque ahora con los precios de los másteres, se pone más difícil para las familias de clase trabajadora. Yo estudié industriales; mi hermano, minas y mi hermana, arquitectura técnica; los tres nos hemos decantado por ciencias.



Sara en su trabajo actual.

»Yo soy la mayor de los tres. Básicamente elegí ingeniería industrial porque tenía matemáticas, física y dibujo, todo lo que a mí se me daba bien. Y luego realmente me ha gustado mucho la carrera. Cuando entré, inicialmente pensé especializarme en mecánica máquinas, pero luego la parte de estructuras e instalaciones me gustó mucho y por eso al final me decidí por mecánica de construcción.

Sara se autodefine como una persona muy organizada, «incluso cuadrículada» y por eso su presente profesional, a apenas cinco años del deseado y luchado título de ingeniera

industrial es no solo muy parecido a como se lo imaginaba, sino también esencialmente feliz: «Me gusta mucho organizar trabajos y gestionar equipos de personas. Actualmente tengo la parte técnica, que la conozco y me gusta, y también la de gestión del equipo, que siempre me ha gustado. Profesionalmente estoy muy contenta, porque además mi carrera ha sido muy rápida, en poco tiempo he llegado a un puesto de gerente de Ingeniería, en una empresa en la que estoy muy a gusto con lo que hago. Cada día hay un reto nuevo, pues como es consultoría, hay clientes muy diferentes en proyectos cortos, con unas necesidades nuevas y de sectores muy variados, desde cadenas hoteleras, fábricas de tintas, ayuntamientos, etc. En fin, estoy donde quiero estar.

»Y en lo personal, muy bien. Mi marido también es del mundo de la ingeniería, aunque ingeniero militar, es desactivador de explosivos. Y mi grupo de amigos es muy variado, tanto de la ingeniería como de otro tipo de empresas».

El contraste llega por sí solo a este capítulo para desatar casi a la vez sonrisas y reflexiones: ¿Siendo tan declaradamente cuadrículada, esta ingeniera es capaz de soñar?

«Más que soñar, imagino escenarios, también en el plano profesional. Por ejemplo, aunque me considero una persona que sabe de eficiencia energética, siempre creo que me falta mucho por aprender. Y entonces, como sueño profesional, me gustaría tener tiempo para estudiar otras cosas, para ampliar conocimientos, pues vas aprendiendo un poco a marchas forzadas según va cambiando normativa y te vas actualizando.

»Y ya puestos a soñar en voz alta, me gustaría que en un futuro la eficiencia energética no fuera algo etéreo o de simple cumplimiento normativo. Me gustaría que la gente estuviera concienciada con hacer bien las cosas desde el punto de vista sostenible. Porque el esfuerzo que te cuesta a ti poner una instalación o hacer un trabajo de una manera o de otra es prácticamente el mismo. Entonces si el esfuerzo es muy similar, vamos a hacerlo bien.



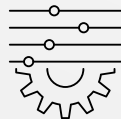
## CON MIRADA DE INGENIERA: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Creo que actualmente hay una fuga de talentos muy importante porque aquí en España no se destinan fondos suficientes a la investigación.

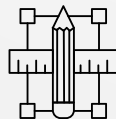
Compañeros de la Escuela que se dedican a la investigación no están bien remunerados, ni apenas valorados. En otros países sí que lo valoran y es muy normal irse a investigar a Estados Unidos. Estamos perdiendo una generación importante de gente que no va a volver. Porque quizá hace cuarenta años la gente que emigraba porque tenía menos cualificación y su objetivo en la vida era ir a buscarse un futuro, conseguir un dinero y volver a España.

La gente de hoy, que se va con muy buena cualificación a otros países, hace allí su vida y ya no vuelve. En ese sentido vamos un poco a la cola de otros países.

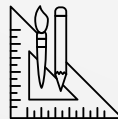
Por lo menos suele ser así en la parte de ingeniería. O esa es la sensación que yo tengo, de compañeros que eligieron a esa opción.



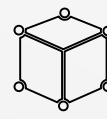
EQUALIZER ,



PENCIL



GEOMETRY



CUBE



DOCUMENT



»Vivimos en una sociedad en la que ya no se trata de pensar en el mundo que dejemos a nuestros hijos... Eso es ya antiguo. Es que estamos viendo cambios ya. En los últimos cuarenta años hay cambios en el clima. En las ciudades existe un problema importante de contaminación. Y todo lo que sea reducir emisiones, todo lo que sea buscar modelos sostenibles, eso es de vital importancia, no ya para dentro de cien años, sino para dentro de dos.

»Me gustaría que hubiera más concienciación con eso, en vez de tanta politización de la eficiencia energética. Que no dependa tanto de quien está gobernando para que se adopten o no se adopten unas medidas u otras. Que todos avanzáramos unidos en el mismo objetivo. Está muy bien hablar de los objetivos de desarrollo sostenible, pero cada uno en su campo y con su granito de arena sí que podemos aportar algo para cumplirlos.

»Aquí falta esa parte de separar el sesgo político de lo que es bueno para todos, independientemente de tu signo político. Y es llamativo que en España haya ciudades más pequeñas donde sí tienen las zonas céntricas peatonales o con limitación horaria, y en cambio, haya tantos problemas para instaurar eso en Madrid, que es la capital y quizá debiera dar ejemplo porque, además, somos una de las ciudades con más población y con más parque automovilístico de España y lo que se haga aquí tiene mucha más repercusión. Aparte, es tan fácil ver la contaminación en Madrid, no tienes más que irte a las afueras y al regresar ves la boina esa sobre la ciudad. Aunque sea solamente porque la contaminación va ligada a la calidad de vida que tú tienes y a los años que vas a vivir... Aunque solamente fuera por una motivación egoísta, ¡debíamos hacer algo para cambiar eso!

»Todos podemos aportar algo: Por ejemplo, en AUREN, mi empresa, hicieron una campaña de plástico cero. Nos regalaron a todos botellas de cristal y en el comedor se pusieron vajillas de porcelana, para eliminar los residuos plásticos. Es un pequeño gesto, pero con un impacto cada vez mayor. No es una utopía. Con pequeños pasos de todos, podemos avanzar».

## ADRIÁN DE BLAS ROMERO

«Optimización de mezclas fotocurables destinadas al prototipado rápido».  
Universidad Politécnica de Madrid.

### UN ESCULTOR EN 3D

Este proyecto, realizado en la Universidad Técnica de Viena, se enmarca en el campo de la impresión en tres dimensiones, también conocida como tecnología aditiva, y en él se desarrollan nuevos materiales con los que se podría imprimir todo tipo de diseños imaginables en un solo proceso y obtener directamente una pieza en un material cerámico; un avance tecnológico de particular aplicación en la rama médica, para lograr prótesis más resistentes, bioimplantes que no generen rechazo en el organismo, partes idóneas para la reconstrucción ósea y otras herramientas que permitan a médicos, cirujanos y pacientes mejorar notablemente la calidad de vida.

Con la tutoría del ingeniero biomecánico alemán Markus Pfaffinger y el valioso aporte del profesor de apoyo en Madrid, Andrés Díaz Lantada, de la Universidad Politécnica de Madrid, el estudio consta de dos fases. La primera se centra en el desarrollo del material (mediante investigación pura, ensayos, horas interminables de laboratorio y cientos de combinaciones) con la misma paciencia con que un escultor prepara su arcilla antes de crear su obra, hasta conseguir la composición adecuada para fabricar posteriormente las piezas. Es decir, consiste, básicamente, en estudiar cómo combinar polímeros (agentes orgánicos y agentes cerámicos) en una mezcla que al final queda como una pasta, capaz de solidificarse al pasar por la máquina y tomar la forma de un implante determinado.

La segunda fase radica, precisamente, en la aplicación de ese material en componentes reales; y se enfoca en el desarrollo de implantes dentales con cierta porosidad controlada y de las llamadas *lattice structures* (también conocidas como *scaffolds*), una especie de volúmenes con reticulado, con estructuras cruzadas,



utilizadas para realizar los estudios médicos sobre movilidad celular, biocompatibilidad, crecimiento de tejido, etc. Normalmente ese tipo de retículas están hechas de una especie de foam o espuma, fabricada mediante la introducción de burbujas en un volumen hasta obtener una determinada porosidad. Mediante la impresión en 3D se puede controlar el grado de porosidad y fabricar estas estructuras en material cerámico, para garantizar la biocompatibilidad del tejido.

Como resultado del proyecto se obtienen cuatro tipos diferentes de implantes con su correspondiente estudio de un gradiente de porosidad y otras tres estructuras articuladas, con gradientes de densidad. Es decir, estructuras que representaban un gradiente de rigidez en un volumen controlado, desde más a menos rígido, realizadas en un material cerámico conocido como alúmina, uno de los más utilizados en implantología.

Este tipo de trabajos abre la puerta a desarrollos posteriores. Pensemos, por ejemplo, en prótesis ortopédicas, que hoy se fabrican con piezas macizas sólidas, o con huecos por dentro, pero que aún distan mucho de cómo es un hueso real. Mientras más fiel a la realidad del organismo, de la biología, sea el implante, más éxito tendrá y menor rechazo por parte del organismo.

## Menciones Honoríficas del año 2016

- ▶ **Evelyn Julieth Ospina Romero.** «Sistema bioelectroquímico policiclotetrasiloxano AuNPs-HRP como sensor de peróxidos».
- ▶ **José Miguel Adánez García-Villaraco.** «Control de sistemas no lineales mediante técnicas borrosas. Aplicación al control multivariable de un aerogenerador».





# Adrián de Blas:

## TRAS LAS VENTANAS AMARILLAS DE VIENA

Amarillas. Total y horriblemente amarillas. Así eran todas las ventanas de aquel laboratorio en el Instituto de Tecnologías de Fabricación Aditiva de la Universidad Técnica de Viena. No podían ser de otro color, porque si penetraba la luz ultravioleta, ¡adiós al material! Tras esos perennes tonos amarillos, un joven madrileño dedicaba entre ocho y diez horas diarias, los cinco días de la semana, a «cocinar» sus materiales en la búsqueda de la mezcla polímero-cerámica idónea para la impresión 3D de implantes y otros dispositivos.

Si en ese momento de esta historia hubieseis sabido lo que ahora voy a contaros sobre él, tanta disciplina y paciencia os habría dejado perplejos. Para muestra, un botón: su especialidad como ingeniero en ciernes era la mecánica industrial, pero a este motorista inquieto, amante de los deportes extremos y corredor de un triatlón anual, le bastó con asomarse al contoneo científico e innovador de la biomecánica y la impresión 3D, para tirarse de cabeza en el tema, conseguirse un tutor alemán de apellido impronunciable y encerrarse, casi monacalmente durante nueve meses, en aquel laboratorio de las ventanas (y las luces) amarillas.

Era su último año de universidad y su primera estancia fuera de España. Y cuando lo recuerda a la altura de 2019, casi cuatro años después, dice —con una sonrisa XL bailando en el rostro— que se lo pasó muy bien: «había muchos austriacos y alemanes, obviamente, pero también italianos, turcos, estadounidenses, chinos, más españoles; gente de todos los sitios. Teníamos música y un ambiente superchulo. Fue una gran experiencia a nivel humano, para conocer diferentes culturas y cómo trabaja la gente».

Con la misma sonrisa, quita hierro a los halagos por el Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, decidido por un exigente jurado del Colegio de Ingenieros y la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid. Lo más que le lograréis sacar, después de mucho insistir, es que pilló justo el boom de la impresión 3D, que quizás el proyecto, al ser prácticamente un capítulo de una tesis doctoral, tenía cierta complejidad técnica o que este tema de los implantes es una de las aplicaciones sociales más bonitas de la tecnología 3D.

Eso sí, conserva muy gratos recuerdos de la ceremonia de entrega del premio y un agradecimiento muy vivo: «Fue Andrés, mi profesor, quien me habló de la existencia de este premio. Y presenté mi trabajo, pero siempre pensando que obviamente había proyectos muy interesantes y cuando contactaron conmigo para darme la noticia y me explicaron de dónde venía la Fundación y el motivo detrás de estos premios, me impresionó mucho. Me quedé



Adrián, a la derecha y con una alegre camisa a cuadros, con sus compañeros de la Universidad de Viena. A la izquierda, levantando su copa, su tutor, Markus Pfaffinger.

sobrecogido. Incluso estaba ese día el padre de Rodolfo en la reunión en la sede de la fundación, y se me encogió el corazón cuando me dio la enhorabuena por mi trabajo.

»Y entonces en la ceremonia, debía hacer un discurso y no quería ponerme muy sentimental. ¿Qué pasó? Que al final me puse sentimental. Se me notó un poquito que quería arrancar a llorar, de hecho, veía a mi madre y a mi padre llorando. Al final lo que más te llena es la reacción de tu familia. ¡De mi abuela! Mi novia estaba allí también. Vives la alegría del premio... te sientes un poco sobrehalagado, estás en shock y ves a tu familia superorgullosa. Recuerdo que la fundación repartió un folleto con el programa del acto y los nombres de los pre-

miados y mis padres iban después repartiendo el folleto a sus amigos y mi abuela también: “miren, mi nieto ganó un premio superimportante”... Y a mí me hacía mucha gracia: “abuela, por favor, no hagas eso...”. Esa reacción de mi familia y la vivencia de conocer el trabajo de la fundación fueron las dos cosas que más se me grabaron».

## El doctorado, otro deporte extremo

Quizás porque ya le había cogido el gusto a aquella universidad vienesa, o por su naturaleza arriesgada, Adrián regresó al mismo departamento un año después para continuar con la investigación, esta vez para su tesis doctoral. Finalmente, tardó casi tres años en terminar el Doctorado, gracias a un proyecto europeo con un intenso componente investigador, incluida esa nueva estancia en Viena para «diseñar, diseñar y diseñar», trabajando, nuevamente, a destajo. Necesitaba validar si la *fabricabilidad* (viabilidad de impresión) de los diseños era buena; eso solo se podía hacer con las máquinas y las máquinas estaban en Viena.

Pero esta parte, mejor que la explique su protagonista, porque vienen curvas técnicas de alto riesgo y él sabe cómo domarlas para nosotros los profanos en la materia:

«Dejé de lado el tema de los materiales y me concentré en el diseño por ordenador, diseño CAD, escaneo 3D, etc., con programas de diseño bastante específicos para impresión 3D, que existían, pero había que encontrar cómo sacarles realmente partido. En esencia, mi doctorado se centró en buscar estrategias de diseño para impresión 3D



que ayudasen a que las aplicaciones fueran fabricables. Porque en impresión 3D tenemos un concepto de que todo se puede imprimir y todo va a salir. Pero la realidad es que cuando estás con impresoras a nivel industrial o aplicaciones serias, pues no es tan fácil conseguir que se fabriquen. Y luego, estudiar cómo ahorrar material y, por tanto, reducir el impacto de carbono.

»De hecho, un capítulo entero examinaba el impacto de esas estrategias de diseño en la huella de carbono final de varios prototipos; comparaba los diversos diseños y calculaba la influencia directa en el medio ambiente. Siguiendo la línea de mi proyecto final de carrera, otro capítulo se dedicó exclusivamente a ver la aplicabilidad de esas estrategias en productos reales, es decir, cómo podía aplicar eso a la vida, tanto en el sector energético como el de la automoción o el de la salud. En esto último, lo más “sonado” fue un estudio que hice con mi profesor Andrés Díaz sobre cómo en este tipo de tecnologías podíamos aplicar una textura u otra para influir en la movilidad de las células. Se trata de aplicar texturas más pequeñas que un pelo, para que las células se comporten de una manera o de otra. Esto se utiliza en ensayos clínicos cuando necesitas desarrollar tejidos para alguien que haya perdido parte de su piel. Y en función de este tipo de compatibilidad con el material y de la rugosidad del material consigues que este tejido crezca antes o más despacio. Si tú obtienes un diseño de ese dispositivo capaz de conseguir que las células crezcan más rápido y se muevan mucho más rápido, estás disminuyendo el tiempo de cultivo de esos tejidos.

— ¡Pero eso parece ciencia ficción!

— Para nada... De hecho, hay bastantes estudios con gelatinas de impresión 3D orgánicas o biocompatibles. No hay nada de utopía en la impresión 3D, sino grandes fabricantes en Alemania, especialistas en implantología y prótesis y toda la gente que ellos están fichando vienen del mundo de la impresión 3D.

## Irse o no irse, esa es la cuestión

Como es un valiente (¿ya lo sabéis, verdad?) simultáneamente al doctorado Adrián de Blas montó su propia startup en Madrid, junto con



Su primera fiesta «Vals» en la Universidad de Viena.

dos profesores de la universidad y un par de socios de otras empresas; en una especie de spin off del proyecto europeo. Estuvo un año tirando de ese carro, pero tuvo que dejarlo marchar: «Aprendí mucho sobre desarrollo de negocio, marketing, eventos, pero fue muy duro, pues a la vez estaba haciendo mi doctorado. En España es de por sí complicado emprender, para encima meterse en un tema de I+D tecnológico, cuyo mercado estaba en Alemania y en Austria. Y ya irme a emprender allí suponía un riesgo económico importante.

Terminado el doctorado, y también la aventura startup, no sabía muy bien qué hacer. Pero la vida nunca se detiene, y menos para la gente joven. «En aquella época yo asistía a muchas conferencias y allí me contactaron de la fábrica de motos austriaca KTM, me contaron que estaban montando un departamento nuevo dentro de KTM de I+D puro, orientado a impresión 3D. No fue una decisión fácil, pero al final lo escogí porque quería vivir la experiencia de estar fuera. Y estuve un año entero en Salzburgo, trabajando con unos compañeros fantásticos, casi todos de la misma edad, con un jefe que me dejaba hacer de todo y me motivaba. Además, en ese año practiqué todas las actividades de deporte extremo habidas y por haber. Tenía muchísimo tiempo.



Adrián probando una Husqvarna durante su etapa en la firma KTM.

»Pero se echa mucho de menos la forma de vivir en España. Algo tan sencillo como terminar de trabajar y decirle a un par de amigos, “oye, tomamos una cerveza aquí en la esquina, en una terraza”. Tan a gusto. He quedado con mis amigos, nos hemos contado nuestras cosas del trabajo. Allí hay otro tipo de vida, mucho más individualista. Nadie tiene por qué ayudarte, cada uno a lo suyo y funciona muy bien, de verdad, porque la gente es muy respetuosa, cívica y políticamente correcta. De hecho, ves cómo en la calle, lloviendo sin parar, en un paso de cebra de dos metros, si está el semáforo en rojo y aunque no pasen coches, y se esté calando sin paraguas, esa persona no cruza.

»Esa forma de ser más dicharachera de España, donde es mucho más fácil cogerle cariño a alguien sin conocerle, eso se extraña porque allí te cuesta mucho tiempo hacer una amistad. Eso sí, luego cuando la tienes es para siempre. Pero te cuesta bastante. En fin, que decidí regresar, incluso sin nada de trabajo aquí, pero tenía ganas de crear una vida un poco más seria con mi novia y afianzar la relación, estar más cerca de mis padres, que



## LA RECETA DE ADRIÁN PARA «GUISAR» UN BUEN INGENIERO.

En primer lugar, la constancia. Invertir un tiempo con regularidad, sin importar cuánto haya que dedicarle a una labor y no desanimarse.

Es muy importante también la inteligencia emocional. No solo son importantes las tareas técnicas. Sobre todo, muchos de los ingenieros industriales acaban en gestión de empresas, o como responsables de equipos. Y cuando debes coordinar actividades técnicas entre varias personas, necesitas esa inteligencia emocional, para conversar con la gente, buscar soluciones sencillas a los conflictos.

La relación de equipo para sacar un proyecto en conjunto es muy importante.

La capacidad de automotivarse y motivar a otros también es esencial y forma parte de esa inteligencia emocional.

La creatividad. La capacidad de desarrollar cosas nuevas, que podrá complementar su ambición, algo también necesario. Quienes han desarrollado cosas importantes en la historia de la humanidad, han

necesitado ambición y creatividad. A veces se piensa que un ingeniero es mucho menos creativo que alguien de Bellas Artes, por ejemplo, y aunque es cierto que durante los estudios tienes que ser muy metódica, estructurado y seguir procedimientos, la creatividad nos ayuda a resolver los problemas. Un ingeniero tiene que ser divertido, alguien con quien a los demás les guste trabajar. Una persona a lo macho, que no piense solo en hacer las cosas como un deber, sino también que posea sentido del humor. Obviamente, cuando estás trabajando, tienes que estar concentrado, con total intensidad y no se trata de estar todo el tiempo diciendo chistes fuera de lugar. Pero en el día a día sí necesitas pasártelo bien con quienes trabajas.



me echaban muchísimo de menos. Yo soy hijo único y ese es un factor importante, compartir con ellos, guardar un hueco mínimo el fin de semana para ver a tu abuela, aunque sea para un café... Son las cosas que te faltan fuera. Entonces volví con esa mentalidad de "ya buscaré algo en España; no pasa nada".



Primera foto de Adrián de Blas en Viena.

«Sí que es cierto que para perfiles técnicos como el mío, de investigación, con un nivel de doctores es complicado en España; no te lo ponen fácil. Si quieres buscar puestos que sean atractivos, en cuanto a proyectos y también económicamente, es complicado. Se tarda un tiempo en encontrar».

Curiosamente, aunque lo intentó con el Doctorado, toda su inversión de tiempo, esfuerzos y conocimientos en el mundo de la impresión 3D terminaría en un callejón sin salida, porque es un sector que precisa especialmente de inversiones y apuestas serias, tanto del sector público como del privado. En tal sentido, Adrián de Blas recuerda un diálogo con su tutor Markus Pfaffinger, bastante elocuente. Entre las filosofías y las polémicas, propias de las fiestas de navidad, el alemán se animó a preguntarle: “en España, si no tenéis la idea de que lo más importante es invertir en I+D para sacar cosas nuevas, ¿cómo pensáis que vais a evolucionar?”. Y esa inversión decidida la vio Adrián con sus propios ojos durante su estancia en Viena: «cuando ya llevaba seis meses en el laboratorio, me di cuenta de que aquello iba a funcionar y que la empresa que estaba financiando toda la investigación junto con Europa, lo iba a patentar y a vender. Y esa es la base de la economía. Es una mentalidad muy inculcada en la sociedad, de invertir en I+D y no lo ven como “¡uf!, voy a pagar impuestos”, sino que son

conscientes de que así generan empleo y crean una ventaja competitiva para su país que al final los va a llevar a crecer. En España, en cambio, somos cortoplacistas».

En todo caso, con su optimismo y energía habitual, Adrián dio un nuevo golpe de timón y regresó a España para cambiar totalmente de sector y empleo, en una nueva apuesta apasionada con la que está muy contento: «He encontrado una apuesta muy atractiva otra vez para crear un departamento desde el principio. Me encanta emprender. Y aunque tiene algo que ver con la impresión 3D, es algo mucho más generalizado, relacionado con toda la rama digital, con cómo transformar la fabricación y digitalizarla en una empresa de tecnologías de la información o TIC, con 25 años en el sector. Han confiado bastante en mí y en mi experiencia internacional, que te da una mentalidad diferente. Estoy muy a gusto. Soy el responsable del Departamento de Industria 4.0 y el product manager de un producto concreto. Obviamente, se necesita la parte técnica, pero al final es más la visión estratégica de un negocio».

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

A grandes rasgos, la proporción invertida con respecto al PIB en investigación en España es de las más bajas de Europa. Si queremos seguir creciendo comercialmente en aspectos de servicios digitales, por ejemplo, o servicios de Industria, necesitamos invertir. Yo, que he estado viviendo en Austria y Alemania, he visto cómo realmente invierten en I+D. Esto implica meter muchos millones en algo que no se sabe realmente si va a salir, pero apuestan fuerte por eso.

Creo que quizás en España tenemos una visión muy picaresca de la I+D. Utilizamos la I+D para pedir dinero a medio o corto plazo para un proyecto, sin realmente las expectativas de desarrollarlo. En Estados Unidos y en Alemania se ve la I+D realmente en serio, con la idea de llegar al final y venderlo posteriormente. En España, tanto a nivel político, con la escasa apuesta que se hacen en inversión en I+D, como en cada uno de nosotros culturalmente, la visión que tenemos del I+D, dificulta mucho que se desarrollen cosas muy innovadoras.

Los centros de I+D de España tienen personas muy válidas, con muchísimas ganas de hacer cosas, pero se encuentran con dificultades de carencia de recursos y no me refiero a no tener la mejor máquina para hacer determinado tipo de ensayos, sino de no contar siquiera con la máquina elemental, o de que una persona esté contratada durante nueve años con un contrato que se regenera cada año, cuando tenías que haberlo contratado hace ocho y haberle dado un puesto de profesor titular, etc., en vez de empatar precariamente un contrato con otro. Y esa gente son valientes, bravos, y son quienes realmente hacen que las cosas salgan adelante porque están aceptando condiciones pésimas. Pero ellos creen en lo que hacen y quieren sacarlo adelante. No obstante, haciendo esto, ellos mismos consiguen lo contrario: “Bueno, si este señor aguanta aquí nueve años seguidos renovando el mismo contrato, ¿por qué voy a darle un puesto titular y aumentarle el sueldo?”. Los propios investigadores, con esa actitud de resistirlo todo, conseguimos eso. Yo renuncié. De hecho, no quise seguir más en la parte de investigación o entrar en un Instituto de Investigación porque creía que realmente no iba a sacar partido de la I+D.

Por eso emigré y me fui a Austria. Allí un doctor es muy valorado. Te sientes muy respetado, tu nivel salarial va acorde con la categoría de doctor y realmente haces proyectos en los que tienes recursos y puedes contratar gente y puedes hacer ensayos y aunque salgan mal, se apuesta por ello. Y si bien el Estado da muchísimas ayudas a las empresas, las empresas privadas también invierten y arriesgan, y mucho. Es una interacción que se retroalimenta.



Adrián con su profesor Andrés Díaz, en Madrid.

Pero como nos resistimos a dejar ir tan fácilmente el revisitado dilema shakespeariano de ser o no ser... O más bien, irse o no irse, es el momento de insistir en el tema:

— ¿Qué buscabas cuando te fuiste?

— Buscaba, en esencia, reconocimiento. Era muy frustrante haber realizado un doctorado y que me estuvieran ofreciendo aquí puestos de becario, de ingeniero Junior. Buscaba proyectos atractivos donde trabajar, donde realmente había dinero para trabajar en I+D. Buscaba también un cambio de aires. Vivir realmente en una cultura diferente. Irse fuera ayuda mucho a ampliar la mentalidad de una persona. Te da unos puntos de vista tan diferentes que sigues aprendiendo cosas, incluso al regresar. Y en el futuro, posiblemente siga viviendo oportunidades diferentes en el extranjero. Aunque tengo claro cuál es mi país y dónde quiero acabar.

## «Hijo, ¿cómo ves mis manos?»

La creatividad que aquel niño de Vallecas ya no se vuelca en acuarelas, óleos, pinturas de figuritas de ciencia ficción, o grafitis. Ahora se orienta más a pensar en el mundo de los negocios, al producto, a inventos e incluso al marketing. Aunque sigue preparándose cada año un triatlón. Y lo que sí no olvida es aquella insistente pregunta de su abuelo y los cables de su padre, que le condujeron de un modo u otro a la ingeniería: «Mi madre estudió en la universidad, pero Letras, y mi padre hizo formación profesional. Es de un pueblo de Segovia y vino a Madrid cuando tenía unos quince años y siempre fue muy bueno en fontanería, carpintería, electrónica, mecánica. Él es electrónico y en casa siempre estuve rodeado de cables, haciendo chapuzas... Y en aquella época también mi abuelo materno, que era obrero y capataz de obra, me decía: “Hijo, ¿cómo ves mis manos?”. Y yo le respondía: “Destrozadas, abuelo”. Y él insistía: “Pues si no quieres tener las manos como yo, estudia mucho y llega a la universidad”. Ese abuelo era muy bueno con los números. Yo jugaba con él a resolver triángulos, me enseñaba temas de Geometría y jugábamos a hacer cuentas. Entre mi abuelo y mi padre me dieron esa visión de matemáticas y física, y luego mi madre también me insistía en que estudiara en la universidad.

»Recuerdo que en un examen un profesor preguntó a qué velocidad debería ir una hormiga para que pudiese mover un elefante y yo le respondí: “te calculo la velocidad, es tanto y tanto, pero si de verdad impacta contra el elefante, adiós a la hormiga”, y le hice una adición del tipo “si estuviésemos a gravedad bajo cero, entonces



la velocidad se reduciría y tal”. El profesor me llamó y me dijo: “eres el único que has pensado en el impacto práctico. Tienes mentalidad de ingeniero”. Y decidí Industriales, porque hasta el tercer año no había que elegir la especialidad. Y me dije: “Industriales y ya veremos, que decida mi ‘yo’ futuro dentro de tres años”.

»Voy por el camino que quería. Siempre pensé que me gustaba más la parte de llevar negocios y sin darme cuenta he acabado más en la dirección y coordinación de equipos. Tengo 28 años, me queda mucho por aprender, pero creo que voy en la dirección correcta. Mi primera experiencia como Product manager fue hace poco y me di cuenta de que realmente me gustaba.

»Lo único que ha cambiado es que antes era una persona dormilona, a quien no le gustaba madrugar y de repente algo pasó en mi vida que a las 6 o 6:20 de la mañana abro los ojos, me pongo a hacer deporte, me voy al trabajo hiperactivo y a las 10:30 de la noche estoy durmiendo. En Austria madrugaba mucho. Me amoldé a esa forma de vida. Si antes prefería salir de fiesta y tomarme algo, ahora el sábado o el domingo prefiero salir con la bici o ir a la piscina, un poquito más relajado, o más tranquilo.

»Ah, sí, la novia es la misma de hace tres años, cuando la ceremonia del premio. Ella es comercial de dermocosmética en un laboratorio. Sabe un montón técnicamente y además es una crack vendiendo. También fue un factor importante en mi regreso. Al ver que ella no iba a poder ir a Salzburgo, decidí regresarme a Madrid. Estamos viviendo juntos y todo ya».

Como era de esperar, Adrián de Blas se enfrenta a la pregunta de los ingenieros y de los sueños de una manera risueña, pero al mismo tiempo, bastante ingenieril. Por el momento, decide dividir el problema en dos partes: «Vamos a ver, hay al menos dos grupos, que sueñan con dos cosas muy diferentes. Tengo amigos ingenieros que sueñan con una vida muy tranquila, una empresa que les dé una rutina diaria, y tener su cierto nivel de problemas diarios, pero bajo control, trabajar en un horario fijo, y con eso, feliz y tan a gusto. Hay otros ingenieros que dicen “me gustaría desarrollar algo mío propio. Tener una idea no solo innovadora, sino que solventase un problema



Adrián con sus padres: Isabel y Ramón.



gordo para la sociedad, o incluso algo que se convierta en una ventaja competitiva para mi país”. Y es otro tipo de ambición, un poco más difícil de alcanzar, pero, incluso aunque esa persona no alcance del todo su sueño, va alcanzando otros puntos medios con los cuales es feliz. Y esa segunda forma de ensoñación es también muy característica de los ingenieros.

»Hoy por hoy, mi mentalidad se ubica en el segundo grupo. Sueño mucho, y sueño con ambiciones. En una situación de excesiva comodidad, me pongo nervioso. Ese día a día diferente es una emoción muy atractiva. Tengo especialidad en mecánica y biomecánica y ahora estoy en el mundo digital y me siento muy atraído por ello, estoy apostando por la industria 4.0. Y después de cinco años con el mismo tema, ahora me interesa adentrarme en un mundo nuevo».

## ANDREA ESCUDERO PALMEIRO

«Diseño de una planta de biogás para una explotación ganadera media en Galicia». Universidad Politécnica de Madrid.

### BIOGÁS PARA EL PAISAJE RURAL GALLEGO

El paisaje de la Galicia rural parece un verde cuadro impresionista salpicado aquí y allá por pinceladas de pequeñas granjas de vacas, tremendamente diseminadas. En cierto modo, es una cultura y un modo de vida en lento y agónico peligro de extinción.

Este proyecto dirige la mirada a esa realidad y propone un modelo de agrupación de explotaciones en cooperativa para tratar el purín vacuno mediante una planta de biogás, con una doble función: generar productos de alto valor añadido (energía eléctrica y térmica y fertilizante para los campos) y crear un centro de tratamiento de residuos que disminuya la emisión de gases de efecto invernadero provocada por su descomposición descontrolada.

Sus ventajas sociales son evidentes: eliminar los costes de tratamiento y almacenamiento de los residuos de las granjas, promover sinergias entre grupos con intereses similares, repartición de gastos, generar digestato de reducida carga orgánica e higienizado, un producto de cualidades fertilizantes excelentes; disminuir la dependencia de combustibles fósiles y rentabilizar la actividad agraria mediante la venta de energía eléctrica de origen renovable.

Este trabajo implicó no solo el desarrollo de un modelo técnico y económico de la rentabilidad de la planta propuesta, sino también estudios de impacto, tanto ambiental como socioeconómico, su planificación temporal y una descripción básica del marco legal aplicable.



En concreto, el diseño de la planta de biogás propone una cooperativa vacuna capaz de agrupar cuatro granjas pequeñas, de 100 vacas cada una, tratada como una sola explotación ganadera media de 400 vacas y opta por una instalación de un sistema de tratamiento mediante un proceso de digestión anaerobia.

En cuanto a la planificación de la construcción, el proyecto abarca desde su tramitación hasta los trabajos de obra civil, diseño y montaje de equipos, diseño y construcción de los sistemas eléctricos y de control, gestión de residuos, plan de seguridad y salud y todos los trabajos de puesta en marcha y comisionado necesarios para arrancar la planta.

El biogás constituye una fuente de energía renovable y respetuosa con el medio ambiente. Los principales componentes de este gas combustible son el metano y el dióxido de carbono, y en menor proporción, el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno. Se produce mediante la fermentación anaerobia controlada de la materia orgánica de residuos de muy diversa procedencia, entre ellos los agroindustriales, compuestos por purín, aguas de lavado de los establos de las explotaciones ganaderas y restos de forraje de la alimentación de los animales.

Este proyecto se ha desarrollado en el marco del convenio Erasmus en la Linköpings Tekniska Högskola en Linköping (Suecia), una universidad con una amplia experiencia en el sector de la ecología industrial y en la ingeniería sostenible.

## Menciones Honoríficas del año 2017

- ▶ **Juan Martín Llorente Díaz.** «Silla de ruedas con suspensión, freno y capota».
- ▶ **Andrés Sebastián Herrera.** «Hacia una tecnología termosolar Fresnel más eficiente y competitiva: Implementación de innovadoras estrategias de operación en un diseño de planta alternativo».



# Andrea Escudero:

## UNA GALLEGA EN LA LLUVIA DEL MUNDO

A Andrea Escudero le suelen preguntar en Maidstone, el pequeño pueblo de la localidad inglesa de Kent donde vive, si no extraña el sol de España. Y ella, una y otra vez, responde lo mismo: «No creas que en Lugo el tiempo es mucho mejor», mientras piensa para sus adentros que ese amor por el húmedo verde le debe venir de nacimiento. Al fin y al cabo, crecer en Galicia te enseña a llevar siempre la lluvia en la maleta.

Y quizás te enseña también —de un modo u otro— a pensar en la tierra gallega donde quiera que estés. Precisamente fue durante su beca Erasmus en el último año académico de Ingeniería Química, en la Universidad sueca de Linköping, entre bicicletas y coches enterrados en la nieve, que Andrea encontró la inspiración para convertir el complejo y disperso mundo rural de Galicia en el centro de sus desvelos por hacer un proyecto de fin de carrera real, con una impronta social potencialmente útil en la cotidianidad de las pequeñas granjas de vacas de la región.

No quería estudiar algo teórico, lejano, sino tomar en sus manos un problema de verdad y enfocarlo de manera realista. Y más de tres años después aún le brillan los ojos cuando lo recuerda: «No solo en Suecia, sino en toda Escandinavia hay un gran desarrollo de todo tipo de energías renovables. Entre otras asignaturas, seleccioné una que se llamaba *Energy Systems*, una especie de compendio de todas las energías renovables en funcionamiento en la sociedad actual. Un día fuimos a visitar una planta de incineración de basuras, pero la guía nos estuvo contando sobre otros métodos, entre ellos la obtención de biogás. Entonces me salió mi vena friki y empecé a investigar. Me pareció más que interesante, pues de un desecho sacas algo positivo.

»Y llegó el momento de proponer mi tema de proyecto fin de carrera. Entonces hablé con el profesor que impartía la asignatura y le conté que estaba interesada en algo de biogás, pero que quería diseñar algo práctico, no un estudio teórico o cosas de laboratorio. Algo lo más real posible. Empecé a darle al coco y así surgió la idea. Mi padre es ingeniero de caminos en la Xunta de Galicia, está muy en contacto con ayuntamientos pequeños. Se lo comenté y me llevó a conocer a mucha gente. A tocar la realidad. Porque hay muchos datos. Desde las cosas más simples, en las que increíblemente no pensamos, datos tales como: ¿cuánto pesa una vaca? ¿Cuántos residuos puede generar una vaca al día? Hablé con granjeros, con muchas personas, en un trabajo de campo real en la provincia de Lugo. Y aunque era un proyecto de fin de carrera, dejé el diseño de la planta prácticamente listo para construirla».

## Esos premios que te llevan a una nube

Fue precisamente esa utilidad socioeconómica y ese carácter tan realista y completo del proyecto lo que al parecer le hizo merecedor del Premio a la Innovación Tecnológica 2017 de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego; cuyo jurado posee una especial solvencia técnica, pues como ya se ha afirmado en otros capítulos, está compuesto por profesionales del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM) y de la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid (AIIM).

«Para mí fue una sorpresa total. Fue increíble y de verdad no me lo esperaba para nada. Hacer el proyecto me costó mucho, me encariñé mucho con eso, ¡me lo curré tanto!... Y no pensaba presentarlo a nada, pero fue cosa de mi madre, porque yo vi la convocatoria del premio en la intranet de la universidad, en el portal del alumno, y al comentarlo con mi madre, ella enseguida me dijo: “¡Ah!, pues preséntalo, ¿por qué no?”. Y yo: “pues, no, mamá, ¿qué dices?”... Y tanto insistió que lo presenté al de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego y también a otro premio en mi escuela, de la cátedra Repsol, Fundación Universidad Empresa. Y me dieron los dos... ¡y yo no me lo creía para nada!».

Aunque quizás Andrea no es consciente, su diálogo, vivo, rico en matices y entonaciones varias, está trufado de metáforas de lluvia: «¡Yo estaba un poco en una nube! Cuando me llamaron de la fundación, estaba en casa, un viernes por la tarde y me quedé superdescolocada. Para mi currículum tuvo un impacto increíble, y para mí misma, para mi autoestima, después de haber estado ahí unos años en la escuela, luchando por aprobar, que si el cálculo, que si la termodinámica, no sé, pues la verdad es no te lo esperas y se siente de maravilla.

»Estaré eternamente agradecida, la verdad. Y en la gala de entrega del premio estaba muy nerviosa. Yo estaba viviendo en Madrid, trabajando como becaria, y vinieron mis padres desde Lugo y mi hermano desde Mallorca, donde trabaja, y también dos primas mías. No sé, fue como un evento de la familia. Además de que lo celebran en el Paraninfo de la Universidad de Alcalá, en un sitio precioso».



Andrea en sus años de universidad en Madrid.



Si bien estudió en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, Andrea Escudero es la única ingeniera química de este libro pletórico de talentos, con especialidad en procesos en Ingeniería Industrial. Y en aquella jornada tan familiar se convirtió en la quinta mujer egresada de ingeniería en recibir el premio en estos quince años.

Pero, como en otras historias de este libro, el camino inicial de becas y contratos de prácticas y de la necesaria búsqueda de trabajo llevó a esta ingeniera fuera de España y el trabajo no parece haber tenido una aplicación concreta en el medio para el cual fue desarrollado: «Los granjeros saben de su existencia. Pero no volvimos a hablar del tema. La verdad es que me gustaría retomarlo. Estaría muy bien que los trabajos pudieran divulgarse y aplicarse. La verdad es que yo terminé el proyecto, estuve terminando mi beca, luego me vine al extranjero y perdí un poco el contacto con todo eso».

Escudero cree que el biogás es un camino con bastante recorrido aún: «Desde que hace dos años me mudé al Reino Unido, he visto que aquí hay muchas plantas de ese tipo. Ahora mismo estoy trabajando en una planta de incineración de residuos, en un sector muy parecido. En la empresa en la que estoy tienen varias líneas de negocio: gestión de residuos, planes energéticos, recogida de basuras, limpieza de calles, etcétera. He investigado y he visto que en el Reino Unido hay bastantes plantas de biogás, tanto para fábricas del sector lácteo como para restos de comida de las personas. Hay una empresa láctea bastante importante que tiene su propia planta de biogás. Y también he visto que en Edimburgo, por ejemplo, se ha construido una planta nueva, justo al lado de una incineradora de la empresa para la que yo trabajo, que trata los residuos alimentarios de las personas».

## Lugo-Madrid-Kent, el triángulo de Andrea

Aunque desde su premio ha transcurrido relativamente poco tiempo, Andrea Escudero no se ha cruzado de brazos, y como buena gallega, ha salido a caminar el mundo. Actualmente vive en el condado de Kent, en el sur del Reino Unido, y trabaja en FCC Enviroment, la filial inglesa de la empresa española Fomento Construcciones y Contratas (FCC).



Andrea, con su hermano Carlos, el gran compañero de aventuras de su infancia.



En Laponia (Suecia), durante su viaje Erasmus.

¿Cómo llegó allí? «Cuando regresé de ese último curso de Erasmus en Suecia, me faltaban un par de asignaturas que debía aprobar en España. Y estuve seis meses en una beca en la Universidad Politécnica de Madrid, en el Centro de Apoyo a la innovación tecnológica. Era como un nexo entre los centros y prototipos que se hacían en la universidad y las empresas, pero yo ahí simplemente hacía labores de gestión, no hacía nada relacionado con mi carrera. Era un poco para iniciarme en el panorama laboral digamos, mientras sacaba esas dos asignaturas.

»Unos meses después empecé otra beca en Ence (Energía y Celulosa), en la parte de energía, en el departamento de Desarrollo Internacional de nuevas plantas de biomasa. Ahí estuve un año y un mes. Contribuía con los estudios de viabilidad de nuevas plantas, borradores de proyectos. Pero después de ese año y un mes se me terminó esa beca de prácticas. Y me apetecía irme fuera. Encontré mi actual trabajo. Me hicieron la entrevista, me cogieron. Y en septiembre de 2017 marché a Kent.

»¿Qué buscaba? Pues no solo un buen sueldo, sino también condiciones de trabajo que fueran justas para mí. Porque lo que no tiene sentido es que los jóvenes tengamos que estar saltando de una beca a otra beca y a otra, con mucha precariedad. Entonces, si tú quieres sacar un sueldo digno o aprender de verdad para crecer... muchas veces terminas yéndote. En España a veces a los becarios los dejan ahí cogiendo polvo, haciendo hojas de Excel y sin un plan de aprendizaje. No ha sido mi caso, por suerte, pero sí el de amigas cercanas.

»Muchas veces hay un gran malentendido, una cuestión de concepto. Parece que algunas personas experimentadas y con trayectoria profesional, ven a una chica o a un chico que acaba de terminar la carrera y piensan: “este no sabe nada, bueno, le tenemos aquí”. ¡Por supuesto que no sabe nada, pero le tienes que enseñar! Y es como un ten con ten: uno aporta la experiencia y su bagaje incalculable y el otro aporta la frescura, nuevas ideas, pues tiene la cabeza más limpia y ve las cosas desde un punto de vista más naif, quizás más inocente, aunque igual te saca de un bucle al que has entrado si eres una persona con mucha experiencia, pero demasiado tiempo en el mismo sitio.

»En Suecia no tuve experiencia laboral, solo académica. Pero es verdad que el planteamiento de las asignaturas que hice allí no era tanto el de un profesor que viene, da una lección magistral y hasta luego; era más de

## LA RECETA DE ANDREA PARA «QUISAR» UN BUEN INGENIERO.

Ser persistente. Ser tenaz. Ser resiliente, es decir, sobreponerse a los fracasos que puedas tener y seguir erre que erre. Cabezoza. Todos estas son cualidades más o menos en la misma línea.

Iba a decir ser ordenados, pero al final yo no soy muy ordenada. Mi cabeza está ordenada, pero luego tú ves mi mesa y es un desorden, pero dentro de mi desorden, me encuentro. Entonces, más que orden, tener rigor, ser rigurosos.

Y, sobre todo, no darse por vencidos, tanto en la vida como en lo profesional, porque muchas veces quieres hacer algo y todo se pone en contra. Es preciso tener claro a dónde quieres llegar, qué es lo que quieres hacer y entonces tienes que ingeniarlo de tal manera que lo consigas. Hay que aguantar todos esos suspensos en cálculos y vencer y también hacer lo mismo después en el trabajo.



trabajar en equipos, presentar cosas en clase, hablar en público, nos planteaban un problema y no había una solución única para ese caso. Se trabajaba por grupos, mientras en mi escuela en Madrid todo era más individualista. Que ambas cosas están bien. Lo importante es tener la riqueza de ambas cosas. Pero en Suecia nos transmitían la idea de que no hay una solución única para todo, sino que hay mil formas de enfocar las cosas y se necesita mucha creatividad.

»Al final, eso es el mundo real. Ahora en el Reino Unido casi todos mis compañeros son ingleses, luego hay polacos, rumanos y alguna otra nacionalidad en la planta. Y yo aquí lo que veo es que me dejan bastante libertad. Claro, que no es un trabajo puramente individual, estoy en una planta. Pero me dicen: "Vale, Andrea, tenemos que hacer este proyecto, venga, piensa cómo puede se puede hacer".

»Ahora mismo estoy trabajando en el departamento de mantenimiento. Entonces, si tenemos que hacer una mejora, me preguntan cómo yo la haría. Hay un trato prácticamente de igual a igual, salvando las distancias, obviamente, porque trabajo con personas que tienen mucha más experiencia que yo, pero escuchan la opinión de la nueva profesional, se te tiene en cuenta, y eso es muy de

agradecer. Y con un trato cercano, con ese concepto de que al final todos somos colegas de trabajo. Obviamente, todos sabemos la jerarquía, pero todos vamos hacia el mismo fin. Veo un planteamiento más colaborativo, nunca en plan "te mando esta morralla que a mí no me apetece hacer y como eres el nuevo, pues ya sabes"... Y he tenido suerte porque mis compañeros son muy majos. No sé, yo también hago por adaptarme, claro, siempre tienes que poner también de tu parte».

## La Química del profe Suso, el violín y aventuras en la gran ciudad

Un amor difícil con la química del bachillerato, que terminó en total devoción, y la voluntariosa disciplina de cinco años de estudios de violín fueron dos de los componentes esenciales en el equipaje emocional de aquella joven lucense que llegó a la Universidad Politécnica de Madrid, no para perderse, sino más bien para encontrarse y multiplicarse en amigas en la gran ciudad que nunca duerme.

La ingeniería química comenzó a tejerse muy pronto en la madeja de su infancia, pero nadie cuenta mejor ese relato que la propia Andrea: «Yo nací en la ciudad de Lugo. Soy del barrio de San Roque. Fui a un colegio concertado hasta cuarto de la ESO y de los 15 a los 17 años estudié el Bachillerato en un instituto público. Siempre fui una niña muy estudiosa, de buenas notas. En la elección del bachillerato de ciencias tuvieron mucho que ver mis padres: mi madre es arquitecta, y mi padre, ingeniero de caminos. Entonces, si yo tenía cualquier duda en mates, siempre les podía preguntar a mis padres. En primero de bachillerato tuve un profesor de química, llamado Suso Diéguez, que hizo que me enamorara de la asignatura. Nunca había sentido algo así. Lo explicaba de una manera que te lo imaginabas y recuerdo que me costó mucho el primer trimestre, y eso hizo que me esforzara mucho más, y junto con la motivación del profesor, le terminé cogiendo el gusto a la química.



Junto al autobús que utiliza biogás como combustible en Malmö (Suecia).

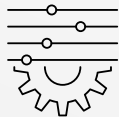
»Ya ese profesor está jubilado, porque ya era mayor cuando me daba clases y a veces en Lugo me lo he encontrado más de una vez y nos paramos a conversar. En segundo, seguí teniendo a Suso en química y tuve otro en física que también me encantaba como daba las clases. Y recuerdo que una vez en clase este profesor nos contó que un hijo suyo había estudiado ingeniería química. Y empecé a investigar y me gustó. Luego, mi madre es de Lugo y mi padre, de Bilbao. Y los dos estudiaron la carrera Madrid y se conocieron allí. Mi hermano, mayor que yo, estudió Derecho y Administración y Dirección de Empresas también en Madrid. Si eres de Lugo, lo más normal es que vayas a estudiar a Santiago porque está más cerca, pero mis padres me dieron la opción de estudiar en Madrid.



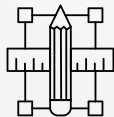
## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Yo creo que se tendrían que destinar más recursos, de todo tipo, por supuesto, económicos, pero también infraestructuras para dar más apoyo. Al final la investigación científica es el futuro. No podemos basarnos siempre en el turismo. Porque al final, tú mencionas España en el mundo y te dicen: «Ah, sí, sí, muy buen turismo, unas playas espectaculares...». Pero al final eso no da riqueza de verdad al país.

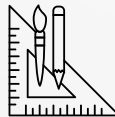
Tengo amigas que se han querido dedicar a la investigación y se han tenido que ir fuera. Porque no encontraban ni un proyecto que las motivara, ni un sueldo que les alcanzara para vivir. Y han tenido que irse fuera. Y la verdad que es una pena.



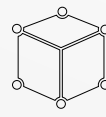
EQUALIZER



PENCIL



GEOMETRY



CUBE



DOCUMENT

»Estuve viviendo cuatro años en un colegio mayor en la Ciudad Universitaria y allí hice muchas amigas. Y seguimos siendo amigas inseparables todas. Tengo dos grupos de amigas: las del colegio mayor, de varias especialidades y las de mi carrera en la universidad. Conservamos la amistad. En junio de este año 2019 estuve con las de la Uni de vacaciones en Grecia. El tiempo de la universidad es bastante decisivo, se viven muchas cosas estando fuera de casa y los lazos se hacen más fuertes. Mis amigas son muy importantes para mí. Sé que las voy a tener para siempre. O eso espero, porque ellas también están desperdigadas por ahí. De mi clase de la universidad somos unas ocho: una está en Holanda, otra, en Alemania, otra se va a Holanda ahora, otra en Barcelona y el resto, en Madrid».

La música también es importante en la vida de esta ingeniera que confiesa «hacer muchas listas». La culpa, al parecer, la tuvieron sus cinco años de estudios de violín en el conservatorio de Lugo. «El haberlo estudiado durante cinco años me dio una percepción musical y me entrenó la persistencia. Me encanta ir a conciertos de todo tipo de música. Y en especial me gusta mucho la música independiente inglesa. Tengo una cajita en la que guardo entradas de conciertos a los que he ido, pulseras de festivales en los que he estado...».

## Un barredor de tristezas...

En el verano de 2017, antes de irse a Reino Unido, Andrea hizo un voluntariado en un campo de trabajo de la Xunta de Galicia en las islas Cíes, en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas, en labores de reforestación, limpiando las playas y hablando con la gente para concienciarla. Esa experiencia le abrió bastante los ojos sobre lo mucho que maltratamos los mares y en general el planeta y cuánto podríamos avanzar si tan solo cobráramos conciencia de lo que hacemos con la basura.

Convencida de que el compromiso medioambiental constituye una responsabilidad moral, Andrea es una apasionada defensora del reciclaje. Su habitual tono suave y cadencioso se vuelve más enérgico y serio cuando aborda esos temas. Y de algún modo, hay poesía en su amor por el mundo. De repente, su convicción ecologista y su llamado al reciclaje, traen a la memoria aquellos versos de cierto trovador: «Un barredor de tristezas/ un aguacero en venganza/ que cuando escampe parezca/ nuestra esperanza». Una vez más, en el fondo, estamos hablando de lluvia, de una fresca, transparente y sanadora lluvia.

Ajena a tales desvaríos poéticos, Andrea ha seguido hablando, con los ojos, con las manos, con las palabras: que tiene amigas españolas en ese pequeño pueblo de Maidstone, porque la afinidad también llama, que está haciendo deporte por un trato con su hermano para correr juntos una carrera de 5 kilómetros, que si vive en una de esas casas inglesas interminables de muchas alturas y recovecos, con una lituana, un italiano y dos ingleses, «cada uno con su cultura y sus costumbres, pero todos con algunas mínimas normas de respeto y educación, que eso es internacional»...



¿Y los sueños? ¿Dónde quedan los sueños?

«Estoy presente cuando tengo que estarlo, pero a veces estoy en la parrá, siempre pensando y maquinando cosas... de cualquier tipo: desde un viaje, a dónde me gustaría ir, o dónde me gustaría vivir, o qué me gustaría hacer.

»Desde pequeña, escribo relato corto. Hay veces que estoy más o menos inspirada tal y cual, pero me gusta, me relaja. Y aunque se supone que un ingeniero tiene que ser supercuadrado y tal, yo, por ejemplo, lo paso fatal cuando tengo que hacer una maleta y, sin embargo, a mi hermano, que es de letras, se le da genial.

»¿Para el futuro? Tengo muchos pequeños sueños: ahora estudio francés y es muy curioso estudiar una tercera lengua a partir de una segunda lengua. Te das cuenta de cómo se ve una lengua latina desde un punto de vista anglosajón. Siempre me han gustado mucho los idiomas. En inglés me considero bilingüe y con el







idioma francés me gustaría llegar también a eso. También me gustaría viajar. Tengo varias listas de sitios a los que quiero ir: una lista de los que quisiera visitar dentro el Reino Unido, para invierno y para el verano. Y también otra lista de conciertos.

»Estoy feliz con mi trabajo actual. Siento que estoy haciendo algo por la sociedad, dándole una salida a la basura. Es muy importante reciclar. Cada uno en su casa. Cada vez debemos estar más comprometidos con nuestros actos con el medioambiente».

## EDEL DÍAZ LLERENA

«Sistema de detección en tiempo real de alergias alimentarias a través de una red sensorial corporal para dispositivos Android». Universidad de Alcalá.

### YO VENGO A MEDIR TU CORAZÓN

Este trabajo va de corazones, alergias y, en definitiva, vidas. En esencia, se propone monitorear la señal del corazón para pronosticar si una persona tendrá una reacción alérgica grave durante las pruebas diagnósticas más complejas de detección de alergias. Así expuesto, pareciera «coser y cantar», pero no lo es en absoluto.

En primer lugar, no se trata de las pruebas de alergia al uso, con esos minúsculos pinchazos de dosis mínimas de posibles alérgenos, sino de una etapa ulterior de diagnóstico, realizada durante ocho a diez horas en un entorno controlado, en la cual se le suministra directamente al paciente una serie de alimentos y se le incrementa gradualmente la dosis para ir monitoreando su reacción. En cualquier momento puede cerrarse la glotis y cortarse la respiración en esta prueba delicada y compleja, sobre todo en pacientes con muy poca edad.

Por lo tanto, este proyecto de fin de máster desarrolla una red sensorial corporal con el objetivo de notificar al personal médico de la posible aparición de una reacción alérgica durante esas pruebas de provocación a alimentos o medicamentos en hospitales. El sistema analiza la variabilidad cardíaca y detecta, en tiempo real, indicios de la existencia de reacciones alérgicas, con el fin de aumentar la seguridad de la prueba, reducir su duración, así como el número de dosis administradas. Se compone de un sistema portable para la adquisición de la señal electrocardiográfica y un dispositivo Android que monitoriza y evalúa los resultados.

Un dato que Edel Díaz Llerena insiste en subrayar: este trabajo empezó con la tesis doctoral de Raquel Gutiérrez y es fruto de una línea de investigación de más de seis años del grupo GEINTRA de la Universidad de Alcalá, con la colaboración del Hospital Universitario de Guadalajara y la Universidad y el Hospital de Cork (Irlanda). Además, ha sido presentado en Eindhoven (Holanda) y en Valencia (España).

Gutiérrez desarrolló un algoritmo y demostró la validez de las señales cardíacas para predecir las reacciones alérgicas. A partir de ahí comenzó el trabajo de fin de máster de Díaz Llerena, pues el equipo de enfermería no disponía de ninguna herramienta para utilizar e implementar ese algoritmo. Si una enfermera tiene que estar atenta a diez pacientes, en diez camillas diferentes, el riesgo es alto. Por tanto, la primera tarea fue elaborar una aplicación móvil que se conectara con un equipo capaz de medir el electrocardiograma y que avisase automáticamente de las posibles alarmas.

Para ello, se optó por un módulo con tres electrodos, pequeño y ligero (de unos 30 gramos de peso y 3 o 4 centímetros) y unas diez horas de autonomía, que se coloca alrededor del estómago con una cinta. Ese módulo envía los datos por Bluetooth al móvil. Era preciso, entonces, crear un programa para recoger los datos en el móvil o en una *tablet*. Y, por último, aplicar el algoritmo y montar todo el sistema para que la enfermera conociera en tiempo real el comportamiento de cada paciente.

Una vez conseguido eso, se propuso programar y optimizar los algoritmos, haciendo hincapié en la reducción del ruido generado por el movimiento. El corazón reacciona constantemente por todo. El paciente puede estar alterado o moverse, o estar sufriendo una reacción alérgica. Por ello, Díaz Llerena redujo el impacto del ruido ocasionado por el movimiento en la señal de aceleración del corazón, para eliminar esas variables ajenas a una reacción alérgica.

Al eliminar todo el ruido y captar correctamente la señal del corazón, se demostró que cuando se le suministraba una dosis a una persona, al poco tiempo la señal de su corazón crecía y crecía y en cierto momento el paciente decía: “me pica la garganta”. Ello se probó en una base de datos de 300 pacientes.

En resumen, este trabajo ha logrado un sistema de alertas para indicar al equipo de enfermería de un modo exacto y en tiempo real qué paciente podría tener una reacción alérgica. Una útil herramienta probada en el hospital de Guadalajara con una decena de pacientes reales.

## Menciones Honoríficas del año 2018

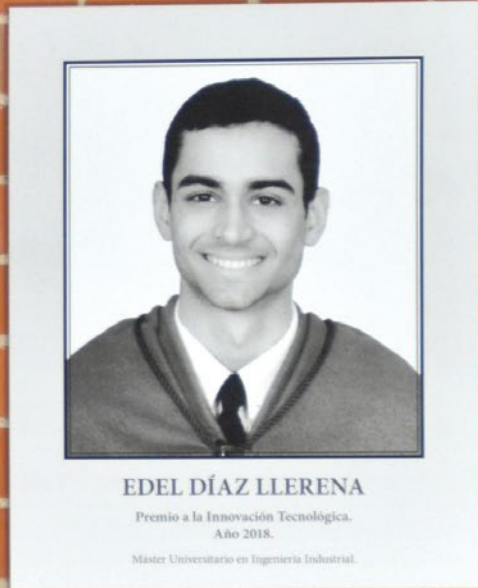
- ▶ **Daniel Luis Ruiz Ayala.** «Integración de la filosofía de diseño basada en protocolo IEC61850 en la Red de Transporte y su mantenibilidad».
- ▶ **Esther Fernández Díaz.** «Smart Destination - Desarrollo de Solución para la Gestión de Turismo Inteligente».
- ▶ **Álvaro Conrado Rodríguez-López Hernández.** «Planta solar fotovoltaica con conexión a red en las Islas Canarias».



DO  
nería  
2017.  
rial.



**ULNES**  
Especialidad Telemática. Año 2013.  
Sistemas de Visión Artificial.  
Académica. Año 2018.  
Investigación.



**EDEL DÍAZ LLERENA**  
Premio a la Innovación Tecnológica.  
Año 2018.  
Master Universitario en Ingeniería Industrial.





# Edel Díaz:

## EL INGENIERO QUE VINO DEL OTRO LADO DEL MAR

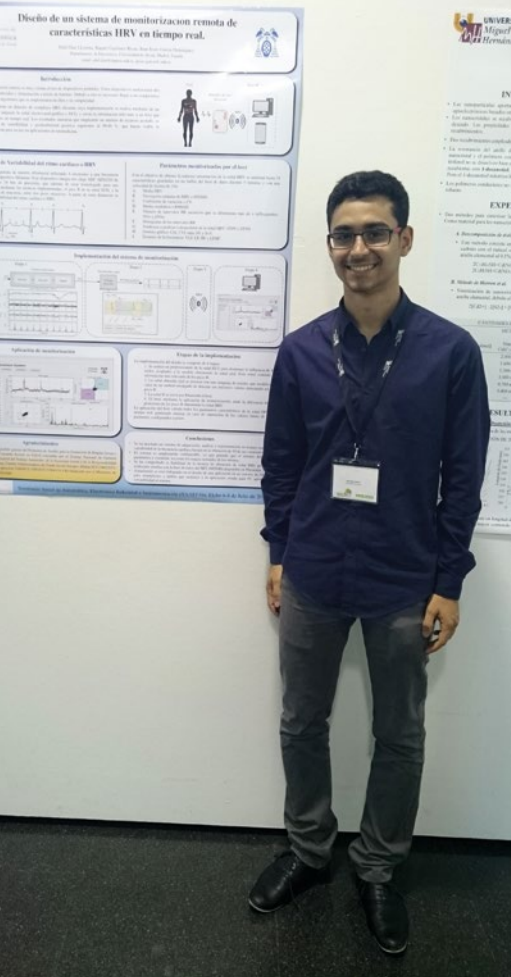
Cuando Edel Díaz Llerena tenía dos años, sus padres lo llevaron de una isla donde apenas poseían nada, ni siquiera futuro, a una península al otro lado del Atlántico, donde tendrían que ganarlo todo desde cero, a golpe de esfuerzo y valentía. Y aunque no quede en este hoy ingeniero de 27 años ni una pizca del acento de su Habana natal, sí pervive la telúrica energía de ser hijo de emigrantes abnegados y la cultura del esfuerzo de quien sabe que nadie le regalará nada, ni una brizna del aire que respira.

Quizás ello explique aquel breve y contenido quiebro de su voz cuando Edel Díaz mencionó a sus padres, en la ceremonia de entrega del Premio a la Innovación Tecnológica de la Fundación Rodolfo Benito Samaniego, en marzo de 2018, en el Paraninfo de la que siempre ha sido su casa académica, la Universidad de Alcalá.

Este es, especialmente, un relato de superación y esfuerzo: tanto Edel como su hermano, diez años mayor, son hoy ingenieros. Su hermano, en Telecomunicaciones, y Edel, en Electrónica y Automática Industrial, máster en Ingeniería Industrial con especialización en Generación y Distribución Inteligente de Energía y a estas alturas del 2019, en pleno doctorado. Pero no adelantemos acontecimientos. La peripecia vital de esta familia saldrá más adelante, cuando hayamos viajado de ida y vuelta de la biotecnología a la energía, y paseado por un montón de temas más.

Por el momento comenzamos, como casi siempre, por el prestigioso premio que ha traído a Edel a estas páginas: «El profesor encargado de la gestión de los alumnos con respecto a las empresas empezó a mandarme correos: “le estamos avisando a todos los que han sacado 10 en trabajos de fin de grado y de fin de máster de la convocatoria de este premio. Solo tienes que enviar tu trabajo por correo electrónico, se acepta en formato digital”. ¿Por qué creo que lo premiaron? Quizás por su implicación con la sanidad o con resolver un problema real, directo, de las personas».

Como apenas ha transcurrido un año, pensamos que será más fácil seguir la evolución y posible aplicación de este proyecto de fin de máster, pero su autor nos saca del error. No hay respuestas concluyentes porque en el



Edel exponiendo su trabajo de fin de máster en el congreso SAAE, en 2017, en Valencia.

campo de la medicina es complicado y lento avanzar, hay muchas fases, y este proyecto en concreto se encuentra en la de publicar un artículo científico en una revista de prestigio, lo cual depende no solo de los ingenieros involucrados, sino también de los médicos.

«Mientras, se ha abierto otra línea de investigación en paralelo, para trabajar con ancianos, en residencias de mayores, y estudiar el concepto de fragilidad, es decir, el grado de susceptibilidad de una persona mayor a padecer un problema de salud. Se utiliza el movimiento, la posición y la señal del corazón, gracias al algoritmo implementado, para alertar al médico encargado del cambio de conducta de la persona y del riesgo de una enfermedad».

Es un tema con muchísimas perspectivas, y que, evidentemente, entusiasma a Edel: «Los smartwatches o relojes inteligentes ya vienen con sensores. El control de diferentes patologías a partir de la señal del corazón tiene un camino muy amplio. Le veo mucho recorrido. Quizás, dentro de diez o quince años, todos tengamos en casa un equipo capaz de controlar nuestra salud».

Pero, cuando más animados estamos, la sinceridad (una de las cualidades que sin duda acompañan a este ingeniero) nos rebaja los humos: «En concreto esta investigación que hice yo, a lo mejor se queda donde se queda, porque los proyectos de investigación, sobre todo los financiados por el Estado, tienen determinada duración. Cuando terminan, es común cambiar de tema y lo que has aprendido lo puedes utilizar en otro proyecto, pero ahí se queda. Entonces quizás esta parte de las alergias se quede así. Ya veremos qué ocurre cuando presentemos el artículo. En todo caso, este tema de sensores de movimiento de electrocardiogramas y algoritmos diversos tiene un largo y prometedor camino por delante y actualmente se está utilizando en ese otro proyecto sobre fragilidad».

## De vuelta a la energía

Edel hizo el Máster para Ingeniero Industrial que dio vida a este proyecto final exactamente en dos años y mientras trabajaba en la universidad: llegaba a las nueve de la mañana, trabajaba hasta las tres de la tarde, comía en el laboratorio, luego bajaba a clase y estaba hasta las siete y a veces hasta las nueve de la noche. Pero como la inquietud parece ser la marca de fábrica de los ingenieros de este libro, también de Edel, al término de ese colosal esfuerzo dio carpetazo a todo y en un baile de siglas se cambió de grupo de investigación y regresó

al campo de la energía para su doctorado. En ello fue determinante la especialización del máster y una oferta para hacer el doctorado en el grupo GEISER (Grupo de Ingeniería Electrónica Aplicada a Energías Renovables).

Y he aquí una advertencia, queridos lectores, que agradeceréis algún día: si empezáis un diálogo sobre energía renovable con el ingeniero Edel Díaz, es probable que al final estéis tocando a la puerta del laboratorio para rogar que os dejen ayudar en algo, aunque sea mínimo, trasladar muebles o lo que sea necesario.

«La mayoría de la gente no sabe todo lo que se hace para que tú tengas tus 220 voltios y 50 hercios y la cantidad de millones invertidos para tener esa tensión y esa frecuencia. Uno de los mercados punteros en España es el de las energías renovables. En España, cerca del 25 % de la energía que consumimos viene del aire, y el resto se reparte en hidráulica, nuclear, carbón, ciclo combinado, solar, etc. Este grupo de la Universidad de Alcalá ha trabajado con diferentes empresas como Iberdrola, Indra o Gamesa Siemens, y otros, que son los mayores productores de aerogeneradores y equipos de control de energía. Y el diseño nace de universidades y de grupos como este GEISER, uno de los mejores en control de energía en España. Así que me cambié. Eso suponía empezar de cero. Yo ya sabía cómo funcionaba el corazón, después de leer un montón de libros, había aprendido a programar Android, comunicación Bluetooth, las señales del algoritmo, etc., pero me cambié a energía.

»Y me voy a un campo de programación de las tarjetas FPGA que controlan los equipos convertidores de la energía en los aerogeneradores. Es totalmente diferente, ya no es una programación secuencial, sino en paralelo, donde todo puede tener un montón de conflictos. En fin, un mundo. Me he ido a trabajar con uno de los mejores profesores de ese campo aquí en España, Raúl Mateos. Él es ATP de Xilinx, los mayores fabricantes del mundo de ese tipo de placas, cada día más complicadas. Y en ello se centra mi tesis de Doctorado. Como son placas tan complicadas, se necesita un personal muy cualificado y caro y los tiempos de los proyectos se alargan. La idea es crear una herramienta en la cual se unifiquen todos los aspectos de la programación, para que una persona pueda ver, digamos, en todas las partes del equipo que todo esté funcionando a la vez en el mismo programa; algo que hoy no existe, porque actualmente el de hardware hace hardware; el de software, lo suyo, luego viene alguien y lo monta y si no funciona, el del hardware le echa la culpa al del software, y al revés... Y en ello se pierden meses y meses. Por tanto, lo que he hecho, y aún quiero mejorar, es un programa para unificar tanto el software como el hardware en la misma simulación. Eso permite ver de manera rápida lo que está ocurriendo y detectar fallos. Todo a la vez, y si lo deseas, puedes verificar solamente el software o el hardware, o las conexiones.

»En resumen, me he centrado en intentar ayudar a la gente que controla e implementa los convertidores de los sistemas de generación en los parques eólicos».

## Al final lo que cuenta es cómo vives...

Con alguien tan joven, más que de pasado, es preciso hablar de futuro y de expectativas: «Las cosas que estoy aprendiendo se utilizan en la empresa privada. Cuando termine aquí, a mí me gustaría irme a la empresa privada, a diseñar y quizás con el tiempo incluso a dirigir un equipo de investigación. Es decir, aplicar en el mundo real las cosas que aprendí aquí en la universidad.

»A la vez, quisiera no abandonar del todo el sector público, no sé si dando clases o cómo hacerlo. Pero mi meta futura sería trabajar en un entorno privado. Y me gustaría seguir en España. Porque yo me he criado aquí, tengo una parte de mis raíces aquí. España es un país que me gusta mucho y creo que en el mercado donde me he incorporado ahora hay mucho trabajo y muchas cosas por hacer. Evidentemente, si me voy fuera, es probable que gane más. Pero yo tengo familia fuera, en Canadá y en Estados Unidos y al final, lo que cuenta es cómo vives; la calidad de vida que tienes. Si tú ganas cien mil dólares al año, y por el coste de la vida te gastas 90 mil dólares al año y los otros diez mil te los tienes que gastar porque tu hijo se fracturó una rodilla y vino la ambulancia, estás viviendo igual que si yo gano aquí 30 mil euros al año.

»Al fin y al cabo, España tiene sus movidas políticas y sus chanchullos, pero en mi opinión es uno de los mejores países para vivir que hay en el mundo. Yo he estado en Inglaterra, en Holanda, en Alemania, en Cuba, en Canadá, en Estados Unidos y aunque es difícil comparar, porque necesitaría vivir más tiempo en cada sitio, al final me quedo con España. Si no me veo obligado a irme, mi intención es quedarme en España».

Y sin darnos cuenta, aterrizamos de vuelta en esa pequeña familia de inmigrantes cubanos, radicados indistintamente en Vicálvaro y en Alcalá de Henares, hasta que decidieron quedarse a vivir en la ciudad complutense:

«La historia de mi familia fue como la de todo inmigrante, y más si vienes de Cuba, con una mano delante y la otra atrás, y te las tienes que apañar. Yo me he criado viendo todo ese esfuerzo de mi padre y de mi madre para que sus hijos vivieran mejor. Cuando llegué a una edad en que empecé a ser consciente de eso y a valorarlo, me dije: “tengo que estudiar sí o sí”. Mi padre es mecánico industrial de grandes máquinas; mi hermano, diez años mayor que yo y otra de mis referencias, ingeniero en Telecomunicaciones. Mi madre es más del campo de la medicina, es nutricionista, que allí era una licenciatura universitaria de química y tecnología de los alimentos, pero aquí en España no existía, así que cuando llegué fue como si no hubiese estudiado ninguna carrera. En fin, la emigración tiene esas cosas.

»Siempre estudié en un colegio público. Mis padres quisieron que me juntara con lo que me iba a encontrar cuando fuera mayor, con todo tipo de personas y procedencias. Y eso es lo que te da el colegio público: la diversidad. Vas a tener a niños consentidos con papis de dinero, niños cuyos padres pueden tener muchos



## LA RECETA DE EDEL PARA «GUIJAR» UN BUEN INGENIERO.

Tiene que ser alguien lógico y a quien siempre le guste buscar soluciones. Que no se acomode. Y pongo un ejemplo. Imagínate que esa cámara se rompe. Un ingeniero tiene que decir: "la voy a arreglar". Pero es que no tengo las herramientas, ¡me voy a hacer las herramientas! Y voy a intentar arreglarla y puede que la rompa, pero lo intenta y se las ingenia.

De ahí viene la palabra, de ingenio. Tiene que ingenárselas para resolver el problema. Toda carrera de ingeniería está pensada de la siguiente manera: el examen es problema, solución; problema, solución; problema, solución. Tienes que saber resolver problemas y cuanta más capacidad para resolver el problema con menos recursos posibles tengas, mejor.

De un modo u otro, todos los ingenieros deben ser investigadores e innovadores. Por supuesto, a lo mejor conseguiste trabajo en una oficina comprobando el cumplimiento de la normativa o algo así

y no tienes que ingeniar mucho. Pero seguro que si llegas a la casa y tu aire acondicionado se rompe, vas a comprar un pedazo de tubo al Leroy Merin y lo sueltas, lo montas y lo pones a funcionar. Te tiene que gustar resolver problemas. Y tienes también que ser muy activa. Nuestro mundo cambia constantemente. Más o menos cada seis años aparece un nuevo lenguaje de programación. Todo avanza tan rápido que, si quieres ser alguien competente, tienes que saber cosas. Por lo tanto, te tiene que gustar aprender cosas nuevas y estudiar. Y por último, yo creo que tienes que sentir curiosidad, porque todo se relaciona, todo está interconectado. Cuanta más cultura general tengas, más fácil es relacionar las cosas. Uno de los mayores retos que tiene el ingeniero es saber relacionar las cosas para hallar una solución.



problemas financieros, compañeritos muy educados, muy callados, u otros que siempre la están liando. Para mí eso fue muy importante y cuando tenga hijos, desde luego que van a ir a la enseñanza pública.

»Cuando cumplí 18 años ya vivíamos en Alcalá y decidí que iba a estudiar una ingeniería en la Universidad de Alcalá. De pequeño me gustaba el cacharreo, montar y desmontar todo. Si se rompía la cámara, mi padre me la dejaba a la vista, con un destornillador. No me decía que la arreglase, pero me la dejaba ahí. Yo arreglaba (y rompía) todo.



Con el director del trabajo de fin de máster (a la izquierda), Juan Jesús García Domínguez, su hermano al centro y a la derecha, el director de la Escuela Politécnica Superior de Alcalá, José Antonio Portilla Figueras.

Y lo sigo haciendo. Prefiero arreglar yo el coche antes que llevarlo al taller, no por falta de dinero, sino porque me gusta hacerlo.

»Creo que he sido un buen estudiante. Sin embargo, nunca he ido por la máxima nota que podía tener. Mi nota media puede ser un 7, perfectamente. No soy una persona de “10”, porque iba a aprender y ya. Evidentemente, sacar un 10 gusta, pero por lo general no iba a por ello. Hay veces que he ido y no he podido. Hay otras en que he ido y sí que lo he conseguido. Pero siempre me ha interesado más lo que aprendía. He visto en laboratorios a chavales que no sabían cómo configurar un multímetro y tenían 10 en la nota... Creo que lo importante es aprender.

»He visto que tengo ciertas capacidades de resolución de problemas o de responder bien bajo presión y por eso sí me considero un buen estudiante. Además, estoy en el doctorado porque al fin y al cabo me gusta aprender y estudiar, de lo contrario, no estaría aquí. Pero nunca he sido de “10” y, evidentemente, hay gente muchísimo mejor que yo. A la entrada de la universidad han puesto las fotos de todos los estudiantes de los últimos años que han conseguido premios y estoy allí. Y no dejo de asombrarme... Pero... ¡qué hago yo aquí! ¡Si aquel tiene un 9,8 en ingeniería y aquel otro también!».

En todas las asignaturas, quizás no, pero en planificación de su día a día, Edel Díaz es un 10, con un calendario de todos los meses del año y objetivos bien marcados y actualizados. Llama la atención tal nivel de autodisciplina y exigencia en alguien aún tan joven, pues además transita del trabajo en la universidad al estudio en casa con una fuerza de voluntad admirable.

«Quizás el hecho de ser hijo de inmigrantes influya. Si te has criado en un entorno donde has visto cómo tus padres han sufrido y se han esforzado para conseguir algo, eso hace que de alguna manera estés preparado para trabajar duro. He visto cómo mi padre ha trabajado cinco veces más que yo y le han pagado cinco veces menos que a mí. Y lo ha hecho. Y lo ha hecho por mí. Entonces, el nivel de exigencia de un inmigrante creo que es más alto. Yo no tengo herencias. En cambio, tengo amigos cuyos padres tienen la casa pagada, o les han regalado un coche. O tienen, además, otra casa en el pueblo, pagada también.

»Ahora, si tú partes desde cero, y tienes todos los problemas de la vida para llegar a tus objetivos, evidentemente, tú mismo te haces fuerte. Y eso es algo muy propio de la emigración. Lógicamente, quizás no todos los inmigrantes o hijos de inmigrantes lo tendrán, pero en mi caso sí, y mi hermano es muy parecido. Considero que la emigración

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

Hay dos tipos de financiación: la pública pura y la privada. La mayoría de las financiaciones son públicas, porque es complicado encontrar empresas que quieran implicarse en el tema de la investigación. Porque una empresa lo que quiere es coger un producto, que funcione, transformarlo y venderlo. Y eso es algo que lleva tiempo. Es complicado. Si yo voy con el tema de las alergias, una empresa te puede decir: “es estupenda la idea, pero lo queremos ya perfecto”. Pero llegar a perfeccionar eso significa que la universidad ha tenido que invertir seis años de trabajo. Eso implica que la mayoría de la transferencia del conocimiento hacia el sector privado no se está haciendo hacia la empresa. Se está quedando en las universidades. Porque el conocimiento se transfiere cuando tu empresa viene a consultarme. Pero si no vienes, pues no tienes mi conocimiento. Y realmente los profesores e investigadores estarían encantados de trabajar con cualquier empresa, pero es difícil de encontrar, y eso que en este caso la Universidad de Alcalá tiene un servicio dedicado a buscar empresas para trabajar en proyectos.

Por otro lado, está el tema de la financiación por parte del Estado. Yo creo que hay bastante financiación. Evidentemente, se podrían dedicar muchos más millones. Pero me gustaría saber, de todos los proyectos que se financian, cuál realmente genera un producto en el mercado. Considero que se debería revisar mejor el impacto de los proyectos para aprovechar los recursos económicos.

Lo que hace el MIT, de tener más patentes en un año que toda Europa, y que en segundo de carrera todos los alumnos estén pensando ya en montarse una empresa, eso aquí es impensable. Y eso es lo que hace falta, porque es el modo en que el conocimiento se transfiere de una manera productiva. Hay que trabajar en ese engranaje y hacer que funcione.

Desde mi punto de vista, falta realmente algo que enlace el mundo privado con el mundo público, porque en el mundo privado es donde se genera capital, se generan beneficios y los beneficios generan puestos de trabajo. Si el Estado quiere que la investigación y la innovación avancen, tiene que buscar la forma de que eso se transfiera a las empresas.

Y en cuanto a los investigadores jóvenes, quienes están haciendo Doctorado ahora están cobrando unos 1.100 euros (porque se subió el salario mínimo, pues antes cobraban 900), aquellos que por su expediente académico y por “suerte” han ganado una beca. Y están haciendo una cosa por la cual, en Estados Unidos, le podrían estar pagando 80 mil dólares al año. Y tú les estabas pagando, 900 euros al mes, cuando alquilar un piso en Madrid te cuesta 800 euros y esa persona no tiene 18 años, ya tiene 25 o 26 y se quiere independizar. Eso hace que mucha gente deje el doctorado y se vaya. Yo estoy independizado porque mi novia y yo los dos trabajamos. De todos mis amigos, soy el único que se ha independizado y tenemos todos 27 años.







de alguna manera te prepara. Al igual que Cuba te prepara. La necesidad que se ha creado en Cuba hace que la gente de allí sea mucho más ingeniosa o capaz de buscar la solución con lo mínimo. Como ejemplo, y sin comparar a los médicos de España y Cuba, ambos sin duda de los mejores del mundo: un doctor aquí en España quizás necesita más recursos para curarte que uno en Cuba. Y los dos son doctores, pero uno tiene más capacidad de resolver el problema que otro. Y eso te lo da la necesidad. Y cuando un emigrante viene, y viene desnudo, tiene mucha necesidad. Y eso te hace crecer. Evidentemente, yo no he pasado lo que mis padres porque ellos me han intentado ayudar siempre. Pero sí que he crecido en ese núcleo y he visto todo y un niño se da cuenta de todo, aunque lo intentes proteger.

»El apoyo familiar también es muy importante en la formación. Mi padre y mi madre siempre han puesto una tabla de prioridades: lo primero es la salud; lo segundo, la educación de los niños y lo tercero, pagar la casa. En ese orden. Cuando yo tenía unos 14 años, mis padres compraron un piso que estaba en ruinas y me metieron con ellos, con 14 años, a hacer la casa entera. Y yo me lo pasé muy bien, disfrutaba, cogía el cemento y me lo echaba por encima. Hay una frase de mi padre que me gusta mucho: que la construcción une a las familias y las herencias, las dividen. Y en general, los proyectos en común unen a las familias. Yo siento mucha admiración por mis padres, porque se lo han currado. Y creo que ellos están orgullosos de mí. He conseguido los objetivos que ellos pensaban, pero no estaría aquí en la universidad sin el esfuerzo de ellos.

»Actualmente, todas las semanas como con ellos al menos una vez, aunque estoy viviendo en Madrid porque mi pareja es técnica de laboratorio biomédico y trabaja en la Fundación Jiménez Díaz, en el laboratorio de Hematología, el mayor de toda España. Hizo un grado superior, quizás más práctico y con más rendimiento que una carrera desde un punto de vista profesional. Ahora está mirando para continuar sus estudios, a la vez que trabaja. Yo la apoyo en todo. Si ella quiere, adelante. Llevamos seis años juntos y siempre me ha apoyado en todo. Para mí, sin duda, mi pilar más grande».

Y va llegando la pregunta de los sueños. ¿Pero cómo se le pregunta esa supuesta contradicción entre mente cuadrículada y soñadora a un ingeniero que disfruta tanto la literatura universal como la técnica, o que es un seguidor entusiasta de artes como la danza, el cine y las series de calidad? En cualquier caso, la respuesta cae, sin duda alguna, en el mundo de la ciencia y la innovación:

«Sueño con resolver cosas que no se hayan resuelto antes, ensanchar esos límites del círculo del conocimiento, tal como nos enseñaron en una presentación de introducción al doctorado en la Universidad de Alcalá. Ir más allá del conocimiento, crear algo nuevo.

»El conocimiento cada vez se hace más grande, porque hay gente que se esfuerza en ensanchar sus límites. Y puede ser con el doctorado, o puede ser en una empresa, o puede ser gente en su taller, en su garaje, pero al final lo logran. Logran ir más allá. Y eso es lo que a mí me motiva cada día».

## MANUEL CAÑEVERAS SOLA

«Optimización energética de la planta de biogás de Borås.  
Diferentes enfoques». Universidad de Alcalá.

### AUDITANDO EL BIOGÁS Y ACERCANDO EL FUTURO

Este trabajo de fin de máster, realizado en la Universidad de Linköping, en Suecia, avanza de lo general a lo particular. Primero, desarrolla una metodología para estimar el consumo de energía en una planta de biogás genérica, es decir, una especie de auditoría energética, aplicable a todo tipo de planta productora de biogás.

Así expresado, pareciera algo fácil y elemental, sin embargo, tanto en el biogás como en el resto de las energías renovables, alcanzar la eficiencia productiva constituye un reto esencial. Y no se puede ser eficiente si no se conoce cuánto nos cuesta realmente lo que producimos. Si no se parte de una medición rigurosa, con parámetros y resultados fiables, es imposible optimizar la producción. No se trata solo de producir biogás, sino de consumir menos electricidad y calor en el proceso, es decir, menos combustible auxiliar. Si el proceso se hace energéticamente más eficiente, el biogás resultante será más barato. Además, al ahorrar electricidad, implícitamente se disminuyen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Se obtiene así un doble efecto medioambiental.

En Suecia, donde son pioneros en el biogás, les interesaba mucho la búsqueda de una metodología energética aplicable a un gran número de plantas, con el fin de obtener unas pautas más estrictas para el diseño de estas.

Pero el trabajo premiado va más allá. Se adentra en el mundo real y aplica esta metodología de auditoría energética a una planta de biogás concreta, la planta sueca de Borås, para comprobar si tal metodología funcionaba realmente, si arrojaba resultados válidos y próximos a la realidad. Y ya una vez metidos en harina, incluso da otro paso más y propone un sistema de configuraciones nuevas para aumentar la eficiencia del proceso en dicha planta.

La planta de Borås está preparada para utilizar distintos sustratos: líquidos y sólidos. El 95 % de los sustratos sólidos que usa provienen de los residuos orgánicos domésticos, es decir, la basura orgánica. Pero como esta planta posee distintas estaciones de recepción, a veces bombeaban algún tipo de residuo industrial líquido (aceites, grasas, etc.).

En esencia, esta investigación demuestra que la metodología desarrollada es válida, y, de hecho, la división de sistemas energéticos de la Universidad de Linköping la seguirá empleando. Además, propone una serie de medidas de optimización para la planta estudiada.

## Menciones Honoríficas del año 2019

- ▶ **Alberto Pozo Álvarez.** «Estudio de las interacciones de un cuerpo romo con un flujo a bajos números de Reynolds».
- ▶ **Carlos Terciado Álvarez.** «Sistema autónomo de control y monitorización de una planta híbrida de fitodepuración alimentada por energía solar».





# Manuel Cañaveras:

## DESDE SUECIA, CON CALOR

En las últimas décadas, la inquietante saga de novelas negras de Henning Mankell y su inspector Wallander, o más recientemente los best seller de Stieg Larsson, nos dibujan Suecia como un país de peligrosos tintes criminales. Sin embargo, el mayor y casi único conflicto que enfrentó el madrileño Manuel Cañaveras durante su estancia de un año en la Universidad de Linköping fue una airada bronca de sus compañeros suecos por no reciclar bien el vidrio.

El asunto tenía su miga, pues se precisaba distinguir entre el vidrio con color, y otro, translúcido total, que debía ir a un contenedor diferente. Esa exacerbada tendencia a la soledad y la fría autosuficiencia podrá terminar en novela negra de vez en cuando, pero Suecia también rinde indudable culto a otro color, el verde, y se ha sabido convertir en un emblemático paraíso del respeto al medioambiente y el impulso al desarrollo sostenible.

Pero disfrutemos esta escena particular: Un joven llega, con el cariñoso calorcito madrileño encima, a una residencia estudiantil en un paisaje helado donde sus compañeros escandinavos se preparan su comida en la cocina común y se retiran a engullirla en solitario en sus respectivas habitaciones, sin un triste “hola, qué tal tu día” que llevarse a la boca... En tales circunstancias, era imperativo enfocar su trabajo de fin de máster justamente en la energía, en el exceso y defecto de calor, en la productividad del proceso de generación de esa fuente de energía surgida a partir de los desechos, el biogás.

Como ejercicio narrativo, sería una parábola rotunda, al fin y al cabo, se necesita mucha energía para irse a hacer ciencia al solitario, nevado y gris paisaje de una pequeña ciudad universitaria sueca, y para cubrir todas las semanas las tres horas y cuarenta minutos de recorrido entre Linköping y Borås, en el oeste de ese gélido país.

Pero, aunque Manuel sea un joven cálido y entrañable, con una sana y radiante sonrisa, la elección de su proyecto no fue emocional, sino práctica y científica, muy congruente con su convicción profunda en la necesidad de las energías renovables y en particular del biogás, sustantivo omnipresente en su año sueco: en Linköping los autobuses municipales y también los coches de la universidad funcionan con biogás y existe una minired de distribución de este a distintos puntos de la ciudad, a partir de una planta que utiliza basura orgánica. Para más inri, Manuel y su asistente técnico en la toma de mediciones viajaban semanalmente a la planta de biogás de Borås con un coche propulsado por biogás (en realidad, híbrido, de biogás y gasolina).

## Una buena dosis de realidad

Volvamos entonces a los hechos de este relato y aparquemos la imaginación. Manuel Cañaveras cursó su Grado en Ingeniería en Energía, rama del ámbito industrial, en la Universidad Politécnica de Madrid, y el máster habilitante en Ingeniería Industrial, en la Universidad de Alcalá. Fue precisamente durante el segundo año del máster cuando acudió como alumno de intercambio Erasmus a la Universidad de Linköping, sitio donde creció notablemente como ingeniero y como persona, pero que él se resiste a mitificar: «Linköping está equidistante entre Estocolmo y Copenhague, más bien al sur de Estocolmo. Es una ciudad muy estudiantil y prestigiosa, pues mucha gente del resto de Suecia se va allí a estudiar. Te la anuncian como la quinta ciudad más grande de Suecia y te esperas algo mayor, pero realmente es pequeña, del orden de la localidad madrileña de Torrejón de Ardoz.

«Las pequeñas dimensiones de la ciudad se notan sobre todo en el bajón que experimenta en la época no lectiva. Yo estuve desde agosto hasta junio en el curso 2016-2017. Hice mi tesis completamente allí, aunque tenía una cotutora en España, Ana Karina, quien, además de asesorarme, era un nexo entre la universidad de Alcalá y la de allí, porque la nota que yo sacara en Suecia no era vinculante, la que obtuviera en España sería la que quedaría en mi expediente. Entonces lo tuve que defender dos veces, una en Suecia en inglés y otra vez en España. Como al final lo presenté en agosto, ni me desplazé. Lo hice a través de videoconferencia, desde Madrid a Linköping. En España lo presenté un año más tarde, porque durante mi año en Suecia hubo una asignatura que no logré convalidar ni seguir a distancia. Y durante ese año estuve de becario a jornada completa de 40 horas, en Siemens Gamesa, donde me he quedado como personal externo, a través de una consultora de Ingeniería, pero en el mismo equipo en que estaba.

»¿La aplicación de este trabajo de fin de máster? Es muy directa. De hecho, se quedaron con la metodología en la división de sistemas energéticos de la Universidad de Linköping. Me desplazé a la planta en varias ocasiones, tomamos medidas meticulosas y conociendo al detalle el procedimiento real de la planta. Fue una de las cosas que más me gustó del proyecto. Más realidad, imposible. No se trataba de los planos ni de un Excel. He estado recorriendo el proceso en la planta de punta a punta, realizando todas las preguntas que consideraba oportunas. Y tuvimos toda la colaboración de la ingeniera del proceso y del personal de mantenimiento de la planta de Borås. Teníamos acceso total al centro de control de la planta.

»Ese trabajo tendría mucho recorrido en España. Muchos organismos están promoviendo el gas natural como combustible de transición, es más limpio que otros combustibles convencionales, aunque al fin y al cabo también emite  $\text{CO}_2$  a la atmósfera. Lo más importante es la transformación de un residuo en un recurso energético. Y hoy, según la legislación europea, es un combustible neutro en emisiones de  $\text{CO}_2$ , aunque químicamente no es cierto porque en la combustión emite  $\text{CO}_2$  a la atmósfera, pero a ojos de la legislación sí se considera neutro, con todas las ventajas que eso conlleva.

## LA RECETA DE MANUEL PARA «GUISAR» UN BUEN INGENIERO.

Tiene que ser metódico, porque es la base, ser muy consecuente.

Y algo que hoy nos falta un poco: saber cómo apoyarse y cómo colaborar mejor. Uno puede ser muy listo, tener muchas capacidades, pero una persona que sabe integrarse en un equipo y relacionarse bien con la gente tiene mucho recorrido ganado. Se necesitan habilidades de comunicación y de relación. Puedes ser muy bueno a nivel técnico, pero no puedes ser el mejor en todo. Siempre uno va a ir un poquito limitado en algunas cosas, pero hay que saber colaborar y apoyarse entre unos y otros; hoy por ti y mañana por mí. Eso es muy importante.

Luego, tener un sentimiento de humildad. Eso es muy importante. Y no solo como ingeniero, sino en el día a día, poseer apertura mental. Vivimos en un mundo global y un gran porcentaje de quienes trabajan en España tienen que saber inglés, porque en algún momento van a tener una reunión con

alguien de otro punto del planeta. Antes, a lo mejor era un hito puntual, pero ahora uno va a China como antes se iba al sur de Francia. El componente global y la apertura de miras son fundamentales. La ingeniería tiene una aplicación real, un papel social: trabajar del modo más exigente posible y solucionar el mayor número de problemas posibles, con el menor número de recursos, con la máxima productividad. Solucionar los problemas de la gente. Al fin y al cabo, aportamos producto e ingenio para la vida y la sociedad.



»La principal aplicación que le veo es como combustible de transición y como una vía para reducir las emisiones de residuos a los vertederos. En el norte de Europa lo han explotado bastante tiempo; en España es un tema todavía un poco verde. Estaría bien, no de modo masivo, pero sí con cierta presencia. Por ejemplo, en ciudades grandes como Madrid, donde se genera un volumen masivo de residuos.



Con amigos de India y Corea en la Universidad de Linköping.

»Sé que en el Parque Tecnológico de gestión de residuos de Valdemingómez, por lo que he podido leer, se contempla la producción de biogás». Lo buscamos en San Google de todas las respuestas y, efectivamente, Valdemingómez<sup>1</sup> acoge dos plantas de Biometanización, en las que se trata la fracción orgánica de los residuos urbanos para producir biogás, situadas en los Centros de La Paloma y Las Dehesas. Adicionalmente, cuenta con una planta de tratamiento de una parte del biogás producido en las plantas de biometanización, para transformarlo en biometano e inyectarlo en la red de distribución de alta presión. En general, el biogás producido en el Parque Tecnológico es un gas con un porcentaje de metano, gas combustible, cercano al 60 % en volumen y un poder calorífico importante.

Si se quiere usar como sustitutivo del gas convencional en motores, explica muy serio Manuel, en un tono casi académico, «el biogás se somete a un proceso químico de purificación, cuyo gas resultante es en un 98 % metano, se

trata de un gas muy puro, denominado biometano. Aunque es un biogás, a priori con menos pureza, cuando se purifica alcanza un calor específico muy parecido al metano.

»En mi opinión, es una de las llaves para empezar la transición ecológica y aumentar la independencia energética del exterior. Además, hoy en España todavía gran cantidad de residuos terminan en el vertedero».

El premio a la Innovación Tecnológica Rodolfo Benito Samaniego concedido a este trabajo es el más reciente de los quince reflejados en este libro, pues se entregó en este propio año 2019. Por eso y porque tiene una memoria excelente para textos, datos y vivencias, Manuel Cañaveras lo recuerda nítidamente:

«Este premio me ha inspirado mucho respeto. En la ceremonia en el paraninfo de la Universidad de Alcalá era la primera vez que hacía un discurso en público. Pero luego fue un momento muy bonito y emotivo y me lo tomé como un reconocimiento no tanto al proyecto, sino a todo el recorrido académico desde que empecé en la

<sup>1</sup> Fuente: <https://www.retema.es/articulo/parque-tecnologico-de-valdemingomez-produccion-y-valorizacion-de-biogas-en-la-ciudad--NHZSt> Última recuperación: 20/09/2019



universidad, luego el máster, el trabajo en Suecia, a mi trabajo y esfuerzo de muchos años, desde los 18 años hasta los 26 que tengo hoy, con miles de buenos y malos momentos.

»Fue emocionante estar en el paraninfo donde entregan los premios Cervantes... ¡Quién me iba a decir a mí cuando era un pipiolo de 18 años que iba a acabar haciendo un proyecto fin de máster en Suecia y recibiendo un premio en ese paraninfo a los 26 años! Estaba un poco emocionado. Vino mucha familia a verme y eso se agradece. Fue mi madre, mi abuela, tíos y primos, dos hijas de mi prima, distintas generaciones de la familia. Estaba muy contentos y emocionados. Ellos han aportado mucho al desarrollo profesional y personal mío. Si yo he llegado hasta este punto, aparte de por mi esfuerzo, es por mi familia, que me ha ayudado mucho en los momentos en que me ha hecho falta».

## Lo que el viento no se llevará

Toda la atención de este ingeniero está puesta hoy en el viento. Trabaja para Siemens Gamesa, en el campo de las energías renovables, focalizado en los aerogeneradores. Y no alberga ninguna duda de que está donde tiene que estar: «España es uno de los países europeos con buena presencia de renovables. Si ves las previsiones para las próximas décadas, la energía eólica y la solar registrarán los mayores crecimientos. Hay mucha política energética involucrada. Quizás no se consiga un modelo energético para el año 2050 cien por cien renovable, pero sí en gran medida. Creo que es factible. La tecnología ha avanzado mucho y empieza poco a poco a ser competitiva en costes con respecto a los combustibles convencionales.

»Uno de los argumentos en contra de las renovables ha sido siempre la carestía. Pero ahora ya son competitivas en costes. Y efectivamente se puede luchar por un modelo energético más sostenible. El problema del cambio climático es irrefutable. Está ya aquí. Es interesante ver a empresas del sector de las energías convencionales invirtiendo ahora en las renovables. Para mí fue muy significativo cuando CEPSA, Compañía Española de Petróleos S.A, montó en 2018 su primer parque eólico con aerogeneradores de Siemens Gamesa. Por su parte, Repsol ha invertido en una empresa de baterías. Estos son signos interesantes. Es una apuesta bastante significativa».

Pues igual de notable y energética, en términos humanos, resulta la conciencia social de nuestro protagonista y su sentido ético para unir carrera personal y deber colectivo: «Mi desarrollo profesional está en algo en lo que realmente creo. Dedicarte a algo que promueve unos valores sociales en los que tú crees, te reconforta. Hacer un trabajo que te guste y con el que comulgues es un privilegio. Y más en un campo donde hay tanto espacio mundial, global, gracias al trabajo investigativo realizado en la última década.

»Formo parte del equipo de inteligencia tecnológica. Hacemos seguimiento tecnológico de competidores y de proveedores y damos soporte en cuanto a toma de decisión sobre desarrollo de productos de I + D; una especie de

consultores tecnológicos dentro de la empresa. Somos un equipo joven, pero yo soy el benjamín», asegura Manuel (con una sonrisa capaz de derretir un glaciar y convocar instintos maternales en toda la población femenina del planeta).

## El momento “primavera” de un chico de Herrera Oria

Este ingeniero de 26 años que asegura vivir «un momento primavera, de aprendizaje total», nació y creció en Madrid, entre Mirasierra y Barrio del Pilar, o como le gusta precisar: «Herrera Oria, por el metro». Y es un apasionado defensor del sistema público de educación: «Siempre he estudiado en la enseñanza pública. Creo en la igualdad de oportunidades y sé que la he tenido. También tuve la suerte de vivir en los veranos experiencias en Inglaterra para perfeccionar el inglés, pero en cuanto a formación y bagaje técnico para ir a la universidad, estoy muy satisfecho con la formación que recibí en el colegio y en el instituto. A veces discuto con amigos que critican la enseñanza pública. Puede haber institutos públicos buenos y malos y colegios privados buenos y malos, nada es en blanco y negro. Pero en un instituto público te llevas el bagaje personal de que la igualdad de oportunidades te las buscas tú solo. Si te esfuerzas, recoges tus frutos.

»También disfruté mucho la universidad pública, donde te mezclas con gente de todo tipo, de familia muy humilde que viene del sistema público, gente de padres ricos, que vienen de colegios privados, en fin, hay una mezcla demográfica. Y eso es bastante enriquecedor, salir de tu ambiente, sea el que sea. A mí me gustó mucho. Conocer a gente de todas las zonas de Madrid.



Paseando por Estocolmo.

«La constancia y la perseverancia son fundamentales. Tú puedes tener unas grandes capacidades de abstracción matemática o de cualquier tipo, pero en la vida nada es ciencia infusa y lo que marca el éxito es la perseverancia. “El que la sigue, la consigue” es un lema que llevo inculcado bastante a fuego. Si no lo consigues a la primera, hay que seguir, y pelear e intentar e intentar hasta que sale. Si haces todo lo que está en tu mano y no salió, pues mala suerte, pero trabájalo y lúchalo.

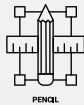
Manuel Cañaveras parece saberlo por experiencia propia. Hijo único, con solo seis años perdió a su padre. Se ha criado siempre con su madre, enfermera de profesión, y con un buen apoyo,

## CON MIRADA DE INGENIERO: LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN ESPAÑA

He regresado de Suecia con la sensación de que quien quiere dedicarse a la investigación allí, tiene muchas probabilidades de hacerlo profesionalmente. En España, sé por gente de mi entorno que están haciendo el Doctorado, que las condiciones te impiden estructurar tu vida, con lo que se cobra aquí en comparación con Suecia y otros países europeos. Allí tienes un salario digno y lo que se invierte en innovación es notablemente superior a lo que se invierte en España.

Y también allí hay mucha coordinación y mucha aplicación de lo investigado. En el caso de mi trabajo de fin de máster, la línea de investigación era en colaboración con el Centro de Investigación de Biogás, un ente financiado enteramente por la Agencia Sueca de la Energía. Cuando ellos invierten en los doctorados y los trabajos, buscan una rentabilidad industrial. En este caso, creo que quieren desplegar masivamente esta tecnología y comparar su aplicación en diversas plantas. Si esta metodología la aplicas a 50 plantas, tienes una cantidad de datos importante para el futuro.

La universidad española tiene muy buena reputación. Yo realicé el máster en la Universidad de Alcalá, y el grado, en la Universidad Politécnica de Madrid y a la hora de elegir el proyecto allí en Suecia el haber estudiado en universidades públicas me abrió muchas puertas, porque la calidad de la formación técnica y académica de la universidad pública española es bastante reconocida.



tanto de la familia materna como de la familia paterna. Irse un año completo a Suecia a terminar su máster fue una decisión difícil, pero estaba decidido y encontró, una vez más, el apoyo incondicional de su madre.

«¿Qué fui buscando a Suecia? Además de perfeccionarte el inglés, estar un año en un país extranjero es un reto que te aporta mucho: conocer distintas culturas, distintos puntos de vista, distintos sistemas educativos, eso te amplía la mirada. Y te refuerza la confianza en ti mismo. Vuelves con un sentimiento de independencia y de confianza en tus habilidades muy grande. Y eso resulta fundamental para enfrentar los retos vitales. Aprendí muchas cosas, no solo en lo profesional, sino también en lo personal. Regresé más abierto. Vienes con una idea más global, un sentimiento un poco más europeo y a la vez una apertura de miras muy amplia. De momento estoy en casa, quizás en algún tiempo podré volar».

Este encantador castizo de serpientes constituye una agradable fuente de los datos más inesperados. Por ejemplo: ¿Sabía usted que Texas, el estado petrolero por excelencia de la Norteamérica profunda, posee la mayor potencia eólica instalada de todo Estados Unidos? ¿Sabía usted que Texas tiene prácticamente la misma potencia eólica de toda España? Pues si conversa con Manuel Cañaveras, se enterará de eso y de toda una minieniclopedia sobre las energías renovables.

No es tan sorprendente en alguien que se reconoce como un autodidacta autónomo e independiente. «Me gusta apoyarme en la gente, pero prefiero ser autodidacta. No he sido un niño bueno toda la vida. Alguna vez he tenido que recuperar asignaturas. Pero sí he sido una persona con los pies en la tierra y muy autónomo. Nadie me ha dicho “estudia o deja de estudiar, prepara esa asignatura o la otra”, hasta el día de hoy he llegado con mucho apoyo, pero con toma de decisiones propias. Cuando vas tomando el camino que quieres o que crees que es el idóneo, no tienes nada que reprochar. Aceptas todo lo que venga».

Si algún deseo no llegó a cumplir durante su etapa universitaria, aún reciente, fue apuntarse a la Tuna. «Tuve la tentación, pero al final no llegó a buen puerto», confiesa.

Tal amor por la autonomía no le impide valorar ese calorífico sentimiento de clan, propio del sur de Europa, esa sensación de pertenencia y de apoyo perpetuo, con los tíos, con los primos, con la familia, con los mejores amigos. Algo tan ausente en la desarrollada Suecia, que reciclaba vidrio con una sutileza increíble pero no mezclaba a los humanos con igual éxito.

«En España, si consigues estabilidad laboral, tienes mucho ganado, porque disfrutas un clima y una cultura que en otros sitios no encuentras. Se vive bien. El clima es muy importante, pero también el tipo de cultura y ocio. Me gusta el movimiento, la gente. Esa cultura del clan... Los del sur de Europa somos muy familiares, muy abiertos al contacto, somos cariñosos y amigos de tocar, es una cultura que me gusta mucho».



Por eso, aunque le apetece seguir desenvolviéndose en un ambiente internacional, Manuel Cañaveras piensa que sería posible lograrlo trabajando en España en una empresa con un plus internacional, que le permita mantener contactos a nivel europeo, viajar y moverse por el mundo, para seguir abriendo la mente al mayor número de culturas y realidades posibles. «Para mí siempre ha sido importante ese componente internacional. Trabajar con gente de distintas culturas y países. Pero la vida cambia mucho. También puede haber experiencias internacionales compatibles con formar una familia aquí en España».



Conociendo Suecia...

Ese es el resumen, porque en realidad, sin que nadie se lo pida (ni tampoco se lo impida) se ha puesto a soñar despierto en alta y optimista voz a una velocidad alérgica a taquigrafías.

— ¡Finalmente ocurrió! ¡Justamente en el último capítulo!

— ¿?

— Me has chafado la pregunta de los sueños. Eso no está bien, no se puede ir por ahí anunciando alegremente los sueños sin que nadie te los pregunte...

— Por eso no te preocupes... Puedo contarte otros dos. Uno breve y otro más largo:

«Me gustaría formar una familia. Ese es mi sueño personal a largo plazo, formar mi familia y disfrutar las pequeñas cosas del día a día.



»En el tema del medioambiente me gustaría que salieran adelante los proyectos y las legislaciones que promuevan cada vez más el desarrollo sostenible, que se avanzara en el cambio de modelo energético, algo que sin duda estará en la agenda actual y en la futura. Y estará involucrada la política, quieras o no. Lo que está en mi mano es intentar aportar mi granito de arena para mantener los valores del desarrollo sostenible en los que creo.

»Hay círculos muy importantes y lobbies y grupos de presión con muchos intereses, pero el problema es que ya hay consecuencias estrictamente achacables a ese cambio climático, no es algo de futuro, sino del presente. Considero que estamos en un momento decisivo, de hacer algo. No va a cambiar el mundo una sola persona, pero todas podemos hacer un poquito. Quiero conversar con la gente, convencerla, informar y trabajar lo mejor que yo pueda para que las tecnologías renovables sean cada vez más competitivas».





## Sobre la autora



Nieta de asturianos y gallegos, nacida en La Habana, Lidia Señarís es periodista especializada en Ciencia y Tecnología, escritora, editora, consultora y profesora en Comunicación Social. Se ha formado y trabajado en Cuba, México, Estados Unidos, Chile y España, donde reside desde inicios de 2001.

Directora y fundadora de LScomunicación, agencia de comunicación con sede en Madrid y vínculos estables de colaboración profesional en América y Europa, se dedica a la edición de revistas y libros especializados y a la consultoría en Comunicación corporativa. Igualmente, ejerce como frecuente correctora de estilo y ocasional traductora para las colecciones de Social Business y Social Media, Manuales imprescindibles y avanzados, PhotoClub, Espacio de Diseño, Oberon y otras de la prestigiosa editorial Anaya.

En el universo del periodismo se ha especializado también en temas de derechos humanos, desde su etapa como corresponsal jefa de la agencia Prensa Latina en Santiago de Chile, entre 1996 y 1999, donde cubrió investigaciones sobre mujeres torturadas y violadas durante la dictadura de Augusto Pinochet y la llamada crisis Pinochet (1998), que le ganó el pertinaz hostigamiento de organizaciones terroristas de ultraderecha.

Redactora y editora de revistas y libros para varias instituciones en España, entre ellas: Asociación Andaluza Víctimas del Terrorismo, Federación de Asociaciones Autonómicas de Víctimas del Terrorismo, Fundación Rodolfo Benito Samaniego, TICCHIH ESPAÑA (sección española del Consejo Mundial para la Salvaguarda del Patrimonio Industrial, adscrita a UNESCO); International Association of Applied Psychology, Federación Asturiana de Empresarios (FADE), Federación de Empresarios del Metal y Afines del Principado de Asturias (FEMETAL) y empresas diversas.

Una de sus mayores pasiones es la divulgación de la ciencia, desde que dirigiera la redacción de ciencia de una agencia internacional de noticias prácticamente en sus inicios en la profesión. También le encanta organizar e impartir talleres de habilidades comunicativas para los profesionales más variados, como los realizados para la Federación Asturiana de Empresarios y numerosas firmas españolas.

Ha sido profesora invitada de la Facultad de Psicología de la Universidad Complutense de Madrid en el Diploma de Formación Continua “Atención integral a víctimas de atentados terroristas” (2012) y conferenciante en el curso

“Comunicación y Derechos Humanos” de la Universidad de Alcalá y la Fundación Rodolfo Benito Samaniego (2015).

Miembro de la Federación de Asociaciones de Periodistas de España y de la Sociedad Española de Ergonomía y Psicosociología, sus artículos periodísticos, mayormente sobre temas científicos, se han publicado en diversos medios de Iberoamérica, Estados Unidos y Europa.

También pueden encontrarse en España sus libros *ComunicArte* (2013), *Comunicar en la empresa, del porqué al cómo* (2016) y el Poemario *Sin Isla*, publicado en 2002, tras ganar el Premio Internacional de Poesía «Julio Tovar».

En estos días, preside su escritorio una frase de su admirado Bertrand Russell:

***«Si el mundo ha de resurgir,  
necesita, a la vez,  
un pensamiento claro  
y un sentimiento bondadoso».***

lidia@lscomunicacion.com / [www.lscomunicacion.com](http://www.lscomunicacion.com)  
y en FB: <https://www.facebook.com/LScomunicacion.Spain/>





XV ANIVERSARIO  
2004-2019

# Fundación

Rodolfo Benito Samaniego

Calle Ayala 11, 28001, Madrid

Teléfono: 91 426 38 52

[www.fundacionrodolfobenitosamaniego.org](http://www.fundacionrodolfobenitosamaniego.org)

