REVISTA CUATRIMESTRAL DE INGENIERÍA, INDUSTRIA E INNOVACIÓN MARZO 2018 / 6€

Técnica Industrial 319

MUJERES INGENIERAS

LAS MUJERES TODAVÍA REPRESENTAN SOLO LA CUARTA PARTE DEL ALUMNADO UNIVERSITARIO EN EL ÁMBITO DE LAS INGENIERÍAS

ENTREVISTAS CON LA DIRECTORA DEL PROYECTO 'MUJER E INGENIERÍA' Y CON LAS DECANAS DE LOS COLEGIOS DE VALENCIA, SEVILLA Y BADAJOZ

> COMPORTAMIENTO A 'CREEP' DE LA ALEACIÓN AZ-91 E INFLUENCIA DEL COMPUESTO $Al_{12}Mg_{17}$

> USO DE LABORATORIOS VIRTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL

> LA ELECTRICIDAD COMO CAUSA DEL EXCESO DE PRODUCCIÓN (1929-1935). EL CASO ESPAÑOL

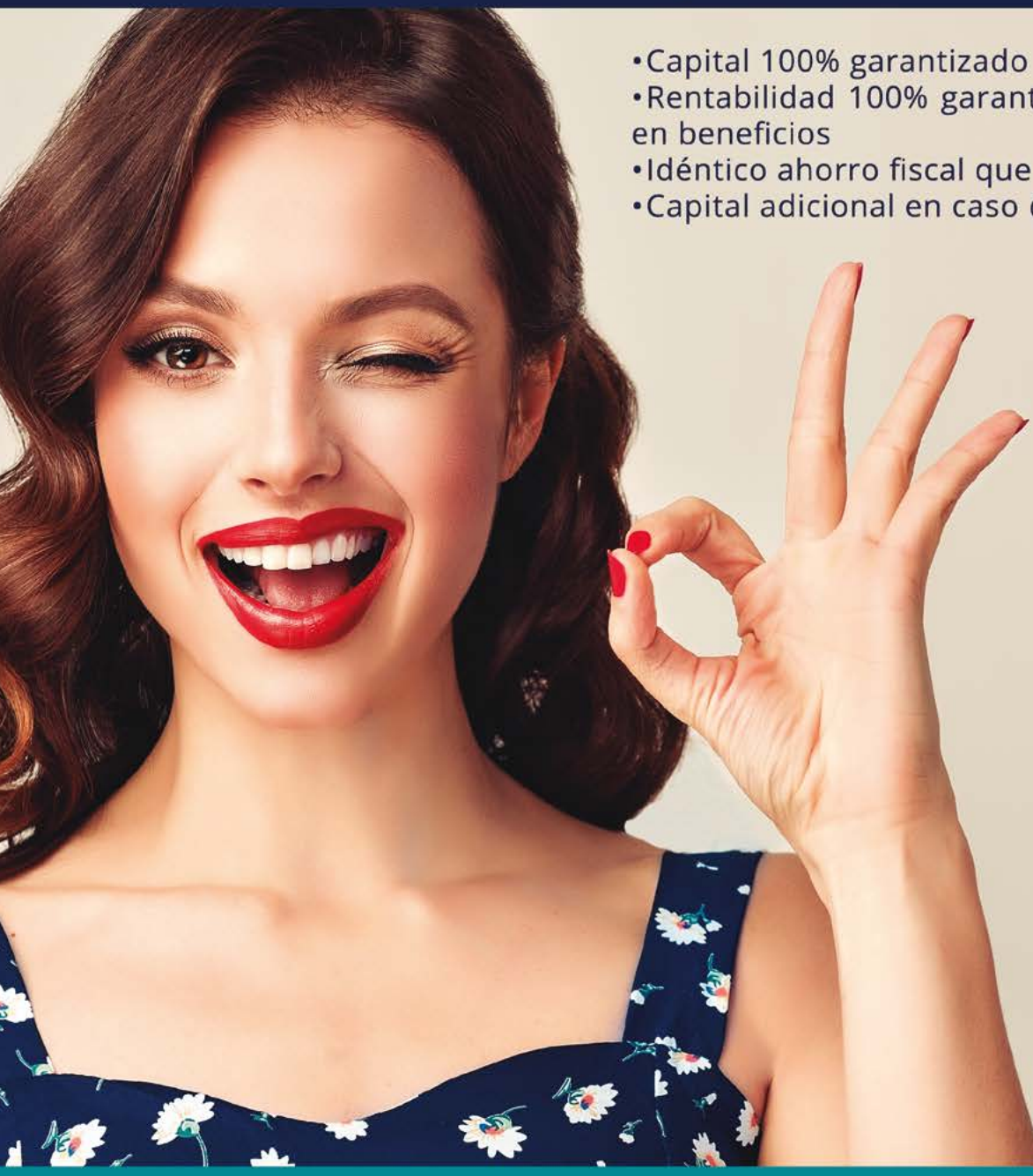
> DERECHO PÚBLICO DE LA COMPETENCIA Y SECTORES REGULADOS

Si respondes **SÍ** a una sola de estas preguntas, entonces tenemos un plan.

- ¿Quieres que las aportaciones estén siempre 100% garantizadas?
- ¿Que el comportamiento de los mercados financieros no afecte a tus ahorros?
- ¿Que cada año tengas más de lo que aportaste y no menos?
- ¿Que la rentabilidad de tu plan siempre esté garantizada?
- ¿Que aparte de lo anterior, te bonifiquen por traspasar tu plan a Mupiti?

¿Algún SÍ? Entonces este es el plan:

Plan de Previsión Asegurado (PPA) de MUPITI



- Capital 100% garantizado
- Rentabilidad 100% garantizada + participación en beneficios
- Idéntico ahorro fiscal que un plan de pensiones
- Capital adicional en caso de fallecimiento

•Y ahora, algo más: Traspasa tu plan de pensiones al PPA de Mupiti antes del 15 de julio y recibirás una bonificación extra de **hasta el:**

2,4%

*Promoción válida para traspasos entre el 1 de marzo de 2018 y el 15 de julio de 2018, siempre que se cumplan las condiciones de la promoción.

Ver bases de la promoción

mupiti

Infórmate en el teléfono gratuito

900 820 720

También en:
info@mupiti.com
(www.ppademupiti.com)

INDICADOR DE RIESGO Y ALERTAS DE LIQUIDEZ	
Indicador de Riesgo	Alertas de Liquidez
1 / 6 Este número es indicativo del riesgo del producto, siendo 1/6 indicativo de menor riesgo y 6/6 de mayor riesgo.	El cobro de la prestación o el ejercicio del derecho de rescate sólo es posible en caso de acaecimiento de alguna de las contingencias o supuestos excepcionales de liquidez regulados en la normativa de planes y fondos de pensiones.

ESCUELA DE FOMENTO INDUSTRIAL E.F.I.

Presentación

La Escuela de Fomento Industrial (E.F.I.) nace en el Patronato de la Fundación Técnica Industrial como idea de fomento del motor principal de la economía de un Estado, "la industria", sin la cual no es posible el desarrollo económico.

Fines y objetivos

El objeto y finalidad es impartir en los Colegios Oficiales de Ingenieros Técnicos Industriales del territorio nacional, unos cursos presenciales de desarrollo directivo en la industria, impartidos por profesionales de esta formación específica en dirección empresarial.

La E.F.I. pretende ser un apoyo y una ayuda a los directivos y técnicos de nuestra industria.

¿Qué ofrecemos?

Se trata de cursos eminentemente prácticos, dirigidos a quienes trabajan en la dirección y "staff" de las pequeñas y medianas industrias y empresas de nuestro territorio estatal, para dotarles de las herramientas necesarias con el fin de desarrollar, con mayor eficacia y precisión, su labor, mejorando procesos productivos, de gestión, estrategias, logística, suministros...

Son cursos a unos costes muy reducidos en comparación a los impartidos por centros universitarios y escuelas de negocios.

FUNDACIÓN TÉCNICA INDUSTRIAL

Avda. Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid

☎ 91 554 18 06 - 91 553 75 66

✉ fundacion@fundaciontindustrial.es

Cursos de la E.F.I.

Desarrollo directivo: Bloque 1º

- Lean Manufacturing Toyota Production System *(Curso 16 h.)*
- Ingeniería de Procesos Métodos y Tiempos *(Curso 8 h.)*
- Gestión y Control de Costes *(Curso 8 h.)*

Desarrollo directivo: Bloque 2º

- Estrategia y Planificación de Operaciones *(Curso 20 h.)*
- Logística y Supply Chain Management *(Curso 24 h.)*
- Gestión de Proyectos *(Curso 12 h.)*

Área de ingeniería forense

- Actuación pericial *(Curso 16 h.)*
- Valoración de industrias *(Curso 24 h.)*
- Reconstrucción de accidentes *(Curso 32 h.)*

Área de liderazgo y competitividad

- Liderazgo en la industria *(Seminario 4 h.)*
- Competencias del liderazgo *(Curso 8 h.)*
- Liderazgo entornos industriales *(Curso 8 h.)*

Área de gestión empresaria

- Growth engine *(Curso 60 h.)*

Para conocer las fechas de impartición, contacta con tu Colegio

EN PORTADA Mujeres ingenieras

12 La ingeniería, unos estudios y una profesión también para las mujeres
Aunque las mujeres son mayoría en los grados universitarios, apenas representan la cuarta parte en el ámbito de las ingenierías. En los estudios de ingeniería de la rama industrial se decantan en primer lugar por el grado en ingeniería química, seguido de los de electricidad, electrónica y mecánica.
Mónica Ramírez

20 ENTREVISTA **Angélica Gómez González** Decana del Colegio de Valencia.

22 ENTREVISTA **Ana María Jáuregui Ramírez** Decana del Colegio de Sevilla.

24 ENTREVISTA **Vicenta Gómez Garrido** Decana del Colegio de Badajoz.

26 ENTREVISTA **María del Mar Castellón García**
Responsable de Departamento de Proyectos y de Sistemas de Gestión Integral y miembro de la Junta de Cogitiar.

27 ENTREVISTA **María Isabel Vidal Cerezo** La primera colegiada de Sevilla.

28 ENTREVISTA **Sara Gómez Martín** Directora del proyecto 'Mujer e Ingeniería' de la Real Academia de Ingeniería.
Mónica Ramírez

Foto de portada: Shutterstock.

ACTUALIDAD

04 Tecnologías 'blockchain' para la industria
El Internet industrial de las cosas, las comunicaciones entre máquinas y las fábricas inteligentes recibirán un fuerte impulso con la introducción de la tecnología de cadena de bloques, empleada en criptomonedas como el bitcoin. ***Joan Carles Ambrojo***

06 Atrapanieblas, un recurso renovable para conseguir más fuentes de agua dulce ***Patricia Luna***

07 Los ascensores alzan el vuelo
El mercado español de elevadores lleva tres años de crecimiento sostenido gracias a las exportaciones y al auge de la construcción de obra nueva y la rehabilitación ***J. C. A.***

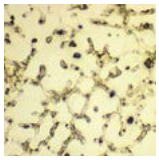
08 ENTREVISTA **Begoña Cristeto Blasco** Secretaria general de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa: "En España tenemos instituciones educativas de las que salen algunos de los mejores ingenieros del mundo". ***Mónica Ramírez***

10 TRIBUNA **Gasolinera 4.0.** ***Alfonso Carrasco***

31 Ferias y congresos

ARTÍCULOS

32 ORIGINAL
Comportamiento a 'creep' de la aleación AZ-91 e influencia del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$
Behaviour to creep of alloy AZ-91 and influence of intermetal compound Al_{12} Mg_{17}
David Cárdenas-Gonzalo, José Antonio Fernández-Vadillo



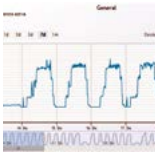
40 ORIGINAL
Uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de asignaturas de grados de la rama industrial: antecedentes, estado actual y reflexiones
Use of virtual laboratories for teaching subjects of industrial branch degrees: background, current status and reflections
Andrés Lapuebla-Ferri , Antonio-José Jiménez-Mocholí, Fernando Giménez-Palomares, Juan A. Monsoriu

48 ORIGINAL
La electricidad como causa del exceso de producción (1929-1935). El caso de la España industrial
Electricity as the cause of excess production (1929-1935). The case of industrial Spain
Javier Aranda Prieto

62 ORIGINAL
Derecho público de la competencia y sectores regulados
Public law of competition and regulated sectors
Tania García Sedano

INFORMES

68 Medidores virtuales en locales 'retail', ¿se puede medir sin medir?
Informe sobre una herramienta para la reducción de costes en la monitorización y telegestión de instalaciones en establecimientos minoristas.
Nerea Vilela Barreiras



71 Sistema de protección y emergencia para trabajos en zanjas
Siprotem es un novedoso sistema de protección para realizar trabajos en el borde o el interior de una zanja reduciendo los accidentes laborales.
Luis Miguel Ortiz

INGENIERÍA Y HUMANIDADES

94 La vía entre Corduba y Emérita Augusta, el 'ave' de la época romana que traía riqueza a Córdoba
El descenso del nivel de los pantanos ha sacado a la luz nuevos tramos de la vía romana entre Córdoba y Mérida, una infraestructura que significaba el principal flujo de riqueza en toda la Andalucía romana.

96 Publicaciones

Técnica Industrial Revista cuatrimestral de ingeniería, industria e innovación revisada por pares. www.tecnicaindustrial.es

Director: Gonzalo Casino
Secretario de redacción: Enrique Soriano Heras (Universidad Carlos III de Madrid). **Consejo de redacción:** Francesc Estrany Coda (Barcelona, Universidad Politécnica de Cataluña), Manuel Islán Marcos (Madrid, Universidad Politécnica de Madrid), Juan Antonio Monsoriu Serra (Valencia, Universidad Politécnica de Valencia), Alejandro Sotodosos Fernández (Madrid), Vanessa Zorrilla Muñoz (Madrid, Universidad Carlos III). **Consejo asesor:** Jorge Arturo Ávila Rodríguez (México), Manuel Campo Vidal (España), Nuria Martín Chivelet (España), Sara Nauri (Reino Unido), Jerry Westerweel (Holanda).
Colaboradores: Joan Carles Ambrojo, Pura C. Roy, Patricia Luna.
Redacción, administración y publicidad: Avda. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid. Tel: 915 541 806 / 809 Fax: 915 537 566. revista@tecnicaindustrial.es
Impresión: Alprint. Orilla del Azarbe, 24. 30140 Murcia. **Depósito legal:** M. 167-1958 **ISSN:** 0040-1838. **ISSN electrónico:** 2172-6957.

PROFESIÓN

03 Editorial **La pretendida involución de Bolonia para las ingenierías**
José Antonio Galdón

76 El Cogiti, comprometido con el empleo y el emprendimiento verde a favor de la sostenibilidad
El Cogiti es una de las organizaciones beneficiarias para participar en el Programa Empleaverde, liderado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, que tiene como objetivo lograr que la sostenibilidad sea la base para crear mejores empleos y empresas más competitivas.

77 El presidente del Cogiti pide a la Comisión Europea que impulse la Tarjeta Profesional Europea para ingenieros en detrimento de la 'e-card'

77 La UCAM pone en marcha la primera Cátedra de Ingeniería y Política Industrial Cogiti

78 El presidente del Cogiti presenta las conclusiones del I Congreso Nacional de Profesiones organizado por Unión Profesional

79 El Cogiti acogió la reunión entre Unión Profesional y el Foro Intersectorial de Representantes Universitarios

80 La plataforma Engineidea ofrece soluciones técnicas a nuevos retos promoviendo la colaboración ciudadana
Engineidea Social es una iniciativa de la UAITIE creada para facilitar a los ciudadanos soluciones técnicas a retos de innovación social y fomentar el tejido asociativo mediante el intercambio de ideas técnicas.

81 25 aniversario de la modificación de la Ley de Atribuciones Profesionales de la Ingeniería Técnica

82 Colaboracion de la plataforma 'e-learning' y el portal Proempleoingenieros del Cogiti con FCC Aqualia

82 Celebración en Vigo del I Congreso internacional sobre la prevención y la seguridad industrial 4.0 organizado por el Consello Galego de Enxeñeiros Técnicos Industriáis

83 El Cogiti amplía el convenio con la empresa alemana BERA para contratar ingenieros

84 Reunión entre la Comisión Ejecutiva de Unión Profesional y el eurodiputado Antonio López-Istúriz

84 El presidente del Cogiti y de Unión Profesional, en la inauguración de la sede del Consejo de Economistas

85 Galdón participa en el LIX Congreso de la AERRAAITI con una ponencia sobre la transición energética

86 TRIBUNA **Sobre competencias y atribuciones.**
Francisco Javier Martín Fernández

87 3D Limitless, dos años evangelizando sobre la fabricación aditiva

88 ENTREVISTA **Montserrat González** Ingeniera de sistemas de servicio técnico nuclear e ingeniería en Cofrentes: "Cuando empecé en Cofrentes solo había una mujer en la sala de control de una central española, en Garoña".
Bernardo Carrión

90 TRIBUNA **¿Provincias con futuro?**
José Luis Hernández Merchán

92 ENTREVISTA **Valle Rincón Rodríguez** Directora del programa de formación en cultura financiera Enfoque 360º, de Wolters Kluwer: "En 2018 la mujer continuará trabajando por su plena incorporación en la toma de decisiones empresariales".

Técnica Industrial Fundada en 1952 como órgano oficial de la Asociación Nacional de Peritos Industriales, es editada por la Fundación Técnica Industrial, vinculada al Consejo General de la Ingeniería rama industrial e IngenierosTécnicos Industriales de España (Cogiti).

Fundación Técnica Industrial

Comisión Permanente

Presidente José Antonio Galdón Ruiz
Vicepresidente Juan Ignacio Larraz Pló
Secretario Gerardo Arroyo Gutiérrez
Tesorero José María Manzanares Torné
Interventor Fernando Blaya Haro
Vocales Antonio Miguel Rodríguez Hernández y Angélica Gómez González
Gerente Luis Francisco Pascual Piñeiro

Patronos

Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales (UAITIE), Cogiti y Colegios de Ingenieros Técnicos Industriales, representados por sus decanos:
A Coruña Macario Yebra Lemos
Álava Alberto Martínez Martínez
Albacete Emilio Antonio López Moreno
Alicante Antonio Martínez-Canales Murcia
Almería Francisco Lores Llamas
Aragón Juan Ignacio Larraz Pló
Ávila Fernando Martín Fernández
Badajoz Vicenta Gómez Garrido
Illes Balears Juan Ribas Cantero
Barcelona Miquel Darnés i Cirera
Bizkaia Alberto García Lizaranzu
Burgos Agapito Martínez Pérez
Cáceres Fernando Doncel Blázquez
Cádiz Domingo Villero Carro
Cantabria Aquilino de la Guerra Rubio
Castellón José Luis Ginés Porcar
Ciudad Real José Carlos Pardo García
Córdoba Manuel Caballano Bravo
Cuenca Pedro Langreo Cuenca
Gipuzkoa Santiago Beasain Biurrarena
Girona Jordi Fabrellas Payret
Granada Isidro Román López
Guadalajara Juan José Cruz García
Huelva David Muñoz de la Villa
Jaén Rafael Fernández Mesa
La Rioja Jesús Velilla García
Las Palmas José Antonio Marrero Nieto
León Francisco Miguel Andrés Río
Lleida Ramón Grau Lanau
Lugo Jorge Rivera Gómez
Madrid Jesús E. García Gutierrez (vicedecano)
Málaga José B. Zayas López
Manresa Àngel Vilarasau Soler
Región de Murcia César Nicolas Martinez
Navarra Luis Maestu Martínez
Ourense Santiago Gómez-Randulfe Álvarez
Palencia Jesús de la Fuente Valtierra
Principado de Asturias Enrique Pérez Rodríguez
Salamanca José Luis Martín Sánchez
S. C. Tenerife Antonio M. Rodríguez Hernández
Segovia Fernando García de Andrés
Sevilla Ana Mª Jáuregui Ramírez
Soria Levy Garijo Tarancón
Tarragona Antón Escarré Paris
Toledo Ángel Carrero Romero
Valencia Angélica Gómez González
Valladolid Francisco Javier Escribano Cordovés
Vigo Jorge Cerqueiro Pequeño
Vilanova i la Geltrú Luis S. Sánchez Gamarra
Zamora Jose Luis Hernández Merchán

La pretendida involución de Bolonia para las ingenierías

La reforma del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) trajo a España una evolución de las titulaciones académicas acordes con el siglo XXI y el entorno mundial, pero desgraciadamente sigue habiendo intereses particulares que se anteponen a los generales, que pretenden no solo desvirtuar ese nuevo modelo, sino lo que es más peligroso todavía, involucionar al siglo XIX.

En España hay dos niveles profesionales en las ingenierías, las ingenierías técnicas y las ingenierías, que algunos se empeñan en seguir llamando "superiores", algo que no tiene reflejo en el resto del ámbito europeo y mundial. Sin embargo, todavía hay quien piensa que es necesario seguir manteniendo esa singularidad, aun a costa de los problemas de movilidad de los ingenieros españoles. Antes de Bolonia, existían en España cuatro niveles académicos, las titulaciones de tres años (ingenierías técnicas, arquitectura técnica y diplomaturas), las de cinco años (ingenierías, arquitectura y licenciaturas) y, posteriormente, los niveles de máster y de doctorado. Con la reforma de Bolonia se quedaron solamente tres niveles, que son el grado (4 años), el máster y el doctorado, lo que suponía en efecto el unificar los dos primeros niveles pre-Bolonia.

Sin embargo, con las ingenierías se ha actuado de otro modo, ya que para seguir manteniendo esa dualidad en las profesiones de ingeniería por un lado, y para mantener las estructuras universitarias por otro, se llevó a cabo lo que se suele denominar una operación de *ingeniería financiera* consistente en reinventar Bolonia para que las antiguas ingenierías se convirtiesen en máster. La cosa no quedó ahí. En contra de todos los criterios de unificación previstos en el EEES, se crearon ex profeso unos títulos de grado en ingeniería denominados *blancos* (sin atribuciones ni salidas profesionales), que tienen como única finalidad el acceso al máster (generalista y no especialista contra lo que dice Bolonia), que otorga la profesión de ingeniero.

Pero la sociedad no es tonta, y los *millennials* menos, y rápidamente han percibido que las titulaciones de grado en ingeniería son las que demandan las empresas, las que se reconocen en el resto de Europa y en el mundo, las que dan acceso a la profesión regulada y, por tanto, otorgan atribuciones profesionales. Este hecho, unido a la mayor eficiencia y rendimiento que los alumnos obtienen de los másteres de especialización, ha conducido al fracaso estrepitoso de la *Operación Resistencia* que algunos pusieron en marcha, y que ahora pretenden resucitar con nuevas estratagemas.

Lejos de reconocer el error y rectificar, lo que se cierne desde algunos responsables de las universidades politécnicas y con el aval de los representantes de las profesiones de ingeniería, aunque con intereses distintos, es la creación de programas integrados de máster en ingeniería, es decir, que un alumno se pueda matricular directamente en un programa que incluye grado y máster, lo que vulnera por completo la legislación vigente y el espíritu de Bolonia, pues se podría acceder al nivel de posgrado sin haber culminado el grado. Es como acceder al doctorado sin haber terminado el máster, o comenzar el título de grado sin haber terminado el bachillerato, dejando patente los intereses que priman, frente a la meritocracia que debería definir nuestro sistema educativo.

La Universidad tiene como misión principal generar y transmitir conocimiento, desde el que podamos tomar nuestras propias decisiones, pero en ningún caso se trata de hacer rehenes o influir de manera indirecta en la formación que cada uno quiera recibir. Los titulados de los grados *blancos* (sin atribuciones ni salidas profesionales) se ven obligados, sí o sí, a realizar los másteres habilitantes, y no tienen posibilidad de elegir. Es como en el cuento de las lentejas: las tomas o las dejas, pues no hay otra opción que quedar atrapados en la telaraña universitaria.

Si ya cuesta que los jóvenes de 18 años elijan estudiar las titulaciones de ingeniería, no solo por la dificultad que entrañan, sino muchas veces por el desconocimiento real de las funciones de los ingenieros, pues imagínense cuando se les habla de profesiones reguladas, atribuciones y todo lo demás: al final, eligen una titulación que tiene un nombre recurrente y suena bien, y que, además, incluye la palabra ingeniería. Pero esta situación cambia conforme van pasando los años en la Universidad y se va descubriendo el mundo de las ingenierías, cuando unos pueden ir de Erasmus a otros países y cuando otros no ¡porque no tienen homólogos! Cuando miran las ofertas de empleo y ven que su titulación no aparece en ninguna, o que no tienen un colegio profesional que los acoja. Es entonces cuando empiezan a hacerse preguntas y no les gusta conocer las respuestas, cuando ven que otros compañeros que estudian con ellos en las mismas escuelas acceden al mundo laboral como ingenieros (mecánicos, eléctricos, químicos…) o cuando pueden elegir cualquier máster de especialización para poder seguir formándose, y sin embargo a ellos solo les queda el camino que alguien ha decidido previamente en su lugar.

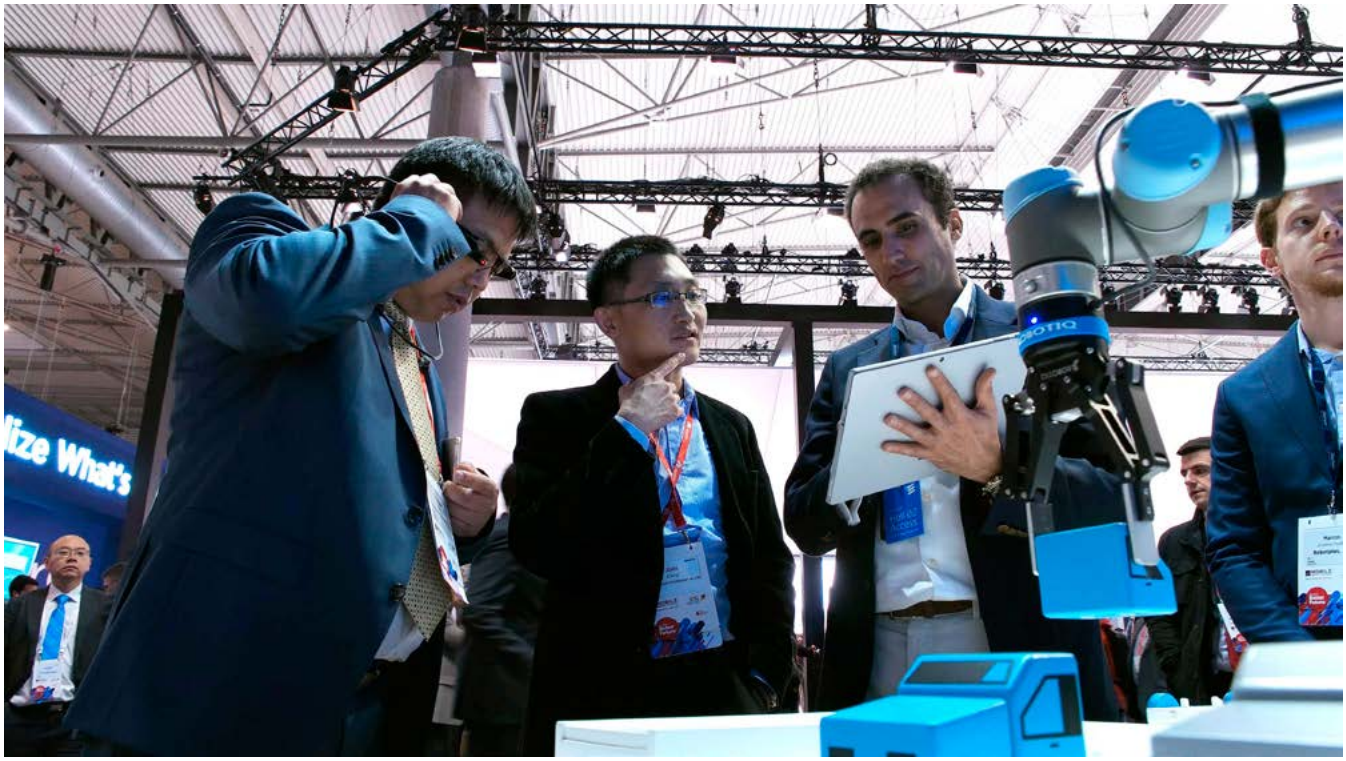
Y para algunos la consigna es clara: "Hay que cubrir como sea las plazas de los másteres en ingeniería con atribuciones". Y para ello, cualquier cosa vale, aunque sea a costa de coartar la libertad de decisión, que como hemos dicho es uno de los valores clave que ha de otorgar la Universidad a sus alumnos. Esta forma de actuar, que prima intereses propios o internos de la organización, frente a las necesidades reales de la sociedad, ejemplifica una de las debilidades más recurrentes que se le atribuyen a las universidades. Y yo no me atreveré a hablar de endogamia, porque me parece injusto, y más aún su generalización, pero sí que insisto en la necesidad de tener una Universidad con principios muy sólidos como base fundamental para garantizar la evolución y el desarrollo de nuestra sociedad, como ha sido hasta la fecha en nuestro país.

En nuestro ámbito, y esto es algo en lo que coincidimos, como no podía ser de otra forma, los representantes de los dos niveles de la ingeniería, la ingeniería industrial como tal no existe como profesión en otros países y, por lo tanto, tampoco existe ni el grado *blanco* (ingeniería en tecnologías industriales) ni el máster de ingeniero industrial que existe en España, lo que de partida dificulta, y mucho, la necesaria movilidad de profesionales y de estudiantes. Sin embargo, y este es un hecho plausible y en favor de las universidades y escuelas técnicas, las titulaciones de grado actuales de ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica, ingeniería electrónica, ingeniería química industrial, etc., son el referente para la movilidad efectiva y para el mercado de trabajo, y este hecho lo han captado perfectamente los estudiantes.

Es la ley de la oferta y la demanda, ellos tienen la información de la demanda, y tratan de ofrecer lo que se les pide, así que por eso optan por estos grados de ingeniería y en su caso por máster de especialización en áreas concretas u otra formación que les otorgue las competencias específicas de las ofertas de empleo a las que pretenden optar. La ingeniería y la industria evolucionan en sintonía, y no se puede pretender cambiar las necesidades de la sociedad desde otros ámbitos, entre otras cosas, porque la titulación académica no es un fin en sí mismo, sino que es un medio para conseguir ejercer una actividad profesional y crecer con ella.

Los *millennials* tienen otro tipo de valores que no pasan por ser ingenieros *superiores* o *inferiores*, sino que van más encaminados a ser los mejores ingenieros, a disfrutar de su trabajo, a ser útiles a la sociedad, a sentirse realizados y, sobre todo, a tomar sus propias decisiones, así que por favor, reflexionemos todos y que las decisiones que se adopten o las posturas que se defiendan correspondan al interés general y no al particular.

José Antonio Galdón Ruiz
Presidente del Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España



Demostracion 'blockchain' de Telefónica y Seat en el MWC2018 de Barcelona. Foto: J. C. A.

Tecnologías 'blockchain' para la industria

El Internet industrial de las cosas (IoT), las comunicaciones entre máquinas y las fábricas inteligentes recibirán un fuerte impulso con la introducción en los sistemas productivos de la tecnología de cadena de bloques o blockchain, empleada en criptomonedas como el bitcoin

Joan Carles Ambrojo

Una *blockchain* es un enorme registro descentralizado de datos distribuidos en numerosos ordenadores o nodos, en lugar de estar alojado en un servidor central. Se comportan como un inventario digital y público. Este sistema, basado en complejos algoritmos matemáticos, asegura a las empresas los datos automatizados a través de bloques encriptados, a los que se accede a través de una red de igual a igual, sin estar controlada por ninguna de las partes y sin intermediarios. Las transacciones son procesadas por una red de usuarios que actúa como un mecanismo de consenso para que todos creen el mismo sistema de registro compartido simultáneamente.

Protección contra fraudes y errores

Esencialmente, esta tecnología proporciona protección contra errores, fraude o alteración de la información, de forma que ayuda a engendrar confianza con los socios de una cadena de suministro, por ejemplo. La tecnología *blockchain* ha venido para quedarse, "pero evolucionará mucho y funcionará de diferentes formas para cubrir diferentes necesidades", afirma Roger Bou, director del IoT Solutions World Congress, organizado por Feria de Barcelona y el Industrial Internet Consortium. "Se trata de transmitir valor no solo entre personas, sino entre cosas, y permitirá que se desarrolle un acelerador del Internet de las cosas. Hasta ahora las cosas se podían conectar entre sí y comunicarse, pero ahora también transmitir valor", añade Bou.

La fiebre no ha hecho más que empezar. Y necesita ser explicada. El año pasado apareció el libro *Blockchain, la revolución industrial de internet*, en el que autores españoles exponen cómo la tecnología de bloques facilitará la transición del Internet de la información al Internet del valor.

Un estudio del IBM Institute of Business Value indica que el 78% de las empresas que apuestan por *blockchain* lo hacen para desarrollar modelos de negocio más innovadores. Esta aventura provocará una mayor demanda de profesionales que dominen la tecnología de cadena de bloques. En España, la UPC School imparte un posgrado presencial de formación en tecnologías *blockchain* con la colaboración del consorcio Alastria, primera red regulada basada en *blockchain*, que incluye las principales empresas de banca, energía y tecnologías de la información.

Fábricas autogestionadas

Las fábricas inteligentes podrán autogestionarse y coordinarse con proveedores de forma automática y sin riesgos. Pero los expertos advierten que al utilizar una cadena de bloques como base de datos, la información introducida debe ser de alta calidad. Los datos almacenados en una *blockchain* no son intrínsecamente

confiables, motivo por el cual los eventos deben registrarse con precisión.

En el futuro escenario industrial, los dispositivos, sensores, maquinaria, recambios, materias primas se conectarán entre sí de forma coordinada y establecerán contratos o acuerdos inteligentes, de forma que el pago por servicios o materias se realicen también automáticamente, sin ningún tipo de intermediarios, al cumplirse las condiciones establecidas.

Existen numerosas propuestas de *blockchain*, "pero lo que falta es encontrar personal con mucha experiencia en desarrollar ese tipo de plataforma. Porque una inadecuada programación es peligrosa y puede comprometer la seguridad: en el momento en que los *smart contracts* (contratos inteligentes empleados en la *blockchain*) empiecen a manejar mucha información (o cantidades de dinero) la responsabilidad es importante", afirma Juan Caubet, jefe de IT Security de Eurecat, centro tecnológico de Cataluña.

Sin intermediarios

De hecho, la cadena de bloques puede suponer "la desaparición de los intermediarios en la red y posibilitar nuevas formas de interactuar entre los usuarios y el propio Internet", aunque el impacto real que puede tener esta tecnología aún es "una incógnita", destacaba Ivan Basart, experto en *blockchain* y cofundador de la empresa Validated ID, que participó en la octava edición del congreso Eurecat Mobile Forum.

Mientras que las monedas digitales llevan unos pocos años en crecimiento exponencial, la revolución de las cadenas de bloques en la manufactura, logística y otros sectores está por llegar. Pero las iniciativas proliferan. Airbus aplica la *blockchain* en la trazabilidad de sus piezas y Alibaba rastrea sus productos a lo largo de su cadena de distribución. Y a principios de 2018, Maersk e IBM crearon una sociedad de riesgo compartido basada en la tecnología *blockchain* para proporcionar métodos más eficientes y seguros para el manejo del comercio global. Un proyecto conjunto basado en el sistema Hyperledger Fabric aplica esta tecnología en el control automatizado de millones de contenedores de carga manejados por el mayor transportista marítimo de mercancías y, de paso, abaratar costes en las operaciones y reducir tiempos de entrega. Se ha de tener en cuenta que alrededor del 80% de los 4 billones de bienes de consumo en el mundo transitan por rutas marinas. Y una quinta parte de los costes de transporte corresponde a la documentación comercial requerida en la logística.

Eurecat investiga la aplicación de tecnologías *blockchain* para mejorar la seguridad, por ejemplo en el registro de evidencias electrónicas, que tanto sirve para la custodia de pruebas digitales en juicios como para registrar eventos anómalos o problemas en cadenas industriales: "Trabajamos en un proyecto europeo sobre ciberseguridad en plataformas críticas de agua, para evitar la intromisión de terceros en los dispositivos que controlan válvulas de bombeo o compuertas de depósitos", explica Juan Caubet.

Trazabilidad transparente

En el marco del Mobile World Congress (MWC2018), celebrado recientemente en Barcelona, Telefónica y Seat representaron en un escenario de industria 4.0 los primeros resultados de un proyecto de colaboración. En concreto, cómo el uso de la tecnología *blockchain*, sensores IoT y la futura red de comunicaciones móviles 5G pueden aportar trazabilidad, transparencia y veracidad de la información en la cadena de suministro desde la provisión de piezas de los proveedores (por ejemplo, los espejos retrovisores fabricados por Ficosa en Soria) hasta la compra del vehículo Seat por parte del cliente final en diversos países.

La trazabilidad transparente de los componentes es solo una de las múltiples posibilidades de la *blockchain*. En la demostración en el congreso MWC, se implementaron capacidades adicionales como la escritura automática de eventos en la cadena de bloques, la gestión de documentación y los *smart contracts*, que se ejecutan automáticamente en función de los eventos registrados en los diferentes puntos de la cadena de suministro. Los distintos participantes tienen accesos seguros y privados a la información de la cadena de bloques con vistas diferenciadas según los permisos y funciones de cada uno. Gran parte de estos eventos y capacidades se representaron en esta primera parte de la demostración de forma virtualizada y gamificada.

"Hoy, prácticamente todas las industrias y sectores productivos apuestan por las nuevas tecnologías para mejorar sus procesos, ser más eficientes, seguros e incluso tener mejor predictibilidad de las necesidades de los negocios. El sector industrial tiene unos requerimientos de seguridad, toma de decisiones en tiempo real y calidad de servicio que la conectividad de los objetos gracias al IoT, la evolución de las redes celulares y los nuevos procesos como el *blockchain* están sabiendo responder", afirma Vicente Muñoz, *chief IoT officer* de Telefónica.

Adopción en España

"En España irá avanzando la adopción de *blockchain* en procesos industriales, pero no con el ruido y expectación iniciales; se irá moderando y se verán casos en los que no tendrá sentido porque el tiempo de respuesta no sea aceptable para el servicio", asegura Juan Caubet.

¿Es *blockchain* una tecnología costosa? A día de hoy es difícil de valorar, depende del tipo de cadena de bloques, ya que a nivel energético el sistema de consenso utilizado consume mucha energía. Pero con otro tipo de algoritmos de consenso no tan costosos sí que puede haber una tecnología más asequible económicamente. El problema es que en la actualidad, montar algo sobre una red pública como Ethereum no es barato si es algo que interaccione mucho con la *blockchain*. Por ejemplo, un proyecto de plataforma de voto electrónico que Eurecat está desarrollando, registrar 60 votos con *blockchain* cuesta 25 euros. Pero a Ethereum le están saliendo plataformas competidoras. El entorno Hyperledger, auspiciado por gigantes como IBM, Intel y Red Hat, permite a los actores en un mercado establecer acuerdos confidenciales a través de contratos inteligentes.

Ventajas y retos

Ventajas
- **Difusión**
- **Usuarios controlan toda la información y transacciones**
- **Datos de alta calidad**
- **Durabilidad y fiabilidad**
- **Integridad del proceso**
- **Transparencia e inmutabilidad**

Retos
- **Rendimiento**
- **Tecnología emergente**
- **Reglamentaciones inciertas**
- **Consumo energético**
- **Lagunas de seguridad**
- **Costes**

Atrapanieblas, un recurso renovable para conseguir más fuentes de agua dulce

Los ingenieros franco-chilenos perfeccionan los atrapanieblas, unos aparatos que se utilizan desde hace décadas para suministrar agua potable a las comunidades con mayor escasez de este recurso

Patricia Luna, Santiago de Chile

En 1956 en medio de una terrible sequía en el norte de Chile, cerca del desierto más árido del mundo, el de Atacama, el físico chileno Carlos Espinosa Arancibia se planteaba la posibilidad, entre romántica y poética, de utilizar el agua que dejaba en la tierra cada despertar, al desperezarse en la madrugada, el rocío.

No lo consiguió. Pero esta idea le condujo a otra no menos poética, aunque más práctica: atrapar el agua de la niebla. Comenzaba así la historia de estos aparatos de fabricación simple y aspecto similar a las vallas publicitarias que, repartidos por regiones casi desérticas en diversas zonas (México, Perú, Guatemala, Sudáfrica, Israel, Omán, las Islas Canarias y el Subsáhara, entre otras) y extremadamente necesitadas de agua (que se multiplican en la actualidad) son capaces de captar este fenómeno natural teñido de misterio, dotando a las comunidades donde se ubican de un necesitado recurso que les permite cultivar, beber, ser autosustentables e, incluso, fabricar cerveza o aceite con agua de niebla, como sucede en Chile.

Ahora un equipo de ingenieros franco-chileno ha desarrollado un prototipo de estos dispositivos que permite recolectar en igual condiciones hasta cuatro veces más agua –y que mejoran la eficacia en más del 50%– centrándose no tanto en la forma del recolector (en el que se han concentrado los esfuerzos en los últimos 60 años), como en el diseño de la malla destinado a capturar las gotas condensadas en suspensión que forman la niebla y que suelen ser, como aparentan, bastante huidizas.

El ingeniero francés Jacque Dumais, de la Universidad Adolfo Ibáñez de Viña del Mar, y Juan de Dios Rivera, de la Universidad Católica de Santiago, en Chile, utilizaron como inspiración una planta particular que crece en el desierto en de Atacama. El llamado clavel del aire o tillandsia no tiene raíces, porque en los lugares donde crece no hay agua en el suelo.

"Su fuente principal de agua es la niebla y quizá una o dos veces al año

Sistemas atrapanieblas desarrollados en Chile.

agua de lluvia. Parece que esta planta ha evolucionado durante millones de años para adaptarse y aprovechar al máximo la niebla", explica Dumais, señalando que es la única que crece en esa zona del país, donde no hay ni siquiera cactus. La planta ayudó a los investigadores a conocer cómo capturar niebla de manera eficiente: se dieron cuenta de que es tridimensional, tiene una amplia superficie y varias capas, lo que le permite crear una película de agua para capturar, absorber y también guardar una reserva para cuando la necesite, utilizando un mecanismo similar a una válvula natural.

Malla con forma de arpa

Los investigadores desarrollaron entonces una malla que emplea un hilo fino –hasta 160 micras– y varias capas, hasta cuatro, en un sistema de trenzado con distancia entre sí específica y forma de arpa que utiliza hasta 4 kilómetros de hilo por dispositivo. El desarrollo de un prototipo de estas características permitió capturar en unas horas hasta 85 litros de agua comparado con 20 litros en igualdad de condiciones.

La niebla se presenta como una fuente alternativa de agua dulce ante la crisis hídrica global que estamos viviendo y que se verá potenciada en los próximos años por los desastres naturales y el cambio climático. "Los proyectos que recolectan niebla son fáciles de implementar, no consumen energía y aprovechan recursos naturales", señala Juan de Dios Rivera. Sin embargo, su eficiencia actual en uso es baja –se sitúa en torno al 20%- debido, en parte, a que las mallas usadas no fueron diseñadas para este fin, sino que son mallas de pescadores.

"Nuestro proyecto explota una oportunidad no explorada hasta ahora, potenciar el desarrollo de la tecnología de recolectar niebla explotando las similitudes fundamentales con la eliminación de niebla", señala. "La eliminación de la neblina se usa en todos los procesos industriales que generan flujos de gas en los que es necesario eliminar las gotas en suspensión", dice.

"La solución que proponemos utiliza camas de filtros para permitir la rápida evacuación del líquido capturado. En nuestro diseño utilizamos elementos anisotrópicos para interceptar y conducir el agua. Este se aparta radicalmente de las actuales mallas, que suelen ser gruesas e isótropas", explica Dumais.

¿Es la niebla uno de los recursos a tener en cuenta en el futuro? "Hace 50 años existían pequeños molinos de viento, pero la tecnología evolucionó hacia los grandes parques eólicos que tenemos hoy en día", explica De Dios, quien apuesta a que lo mismo pueda suceder con los atrapanieblas, proyectando grandes parques en el futuro.

Eso sí, por el momento tendría que darse en lugares geográficos específicos, colinas de unos 700 o poco más metros de altitud y cercanas al mar, como ocurre en Chile, por ejemplo. Y no todas las nieblas valen: solo dos de las variedades que existen y no permanecen estáticas pueden aprovecharse.

Los ascensores alzan el vuelo

El mercado español de aparatos elevadores lleva tres años de crecimiento sostenido gracias a las exportaciones y al auge de las actividades de construcción de obra nueva y rehabilitación

Joan Carles Ambrojo

El sector de los ascensores lleva tres años creciendo. Incluidos la prestación de servicios de instalación, mantenimiento y la reparación de aparatos. Registró 2.250 millones de euros de ingresos en el año 2017, el 3% superior al año anterior. Se recupera así de la fuerte caída registrada entre 2008 y 2014 a consecuencia de la crisis económica y el estallido de la burbuja inmobiliaria.

La favorable coyuntura y el aumento de la actividad en el sector de la construcción, tanto en lo que respecta a obra nueva como a rehabilitación y reformas, explican la prolongación de la tendencia ascendente, según el estudio sectorial *Ascensores*, publicado recientemente por el Observatorio Sectorial DBK de Informa (filial de CESCE).

La instalación de elevadores registró unos ingresos de 460 millones de euros, mientras que el mantenimiento y la reparación de equipos fue de 1.790 millones. La instalación de ascensores aumentó el 10% debido a una mayor demanda, tanto para edificios de nueva construcción como ya construidos. Las actividades de mantenimiento, en cambio, registraron un suave aumento de solo el 1,5%, a pesar de la intensa competencia en el precio y la elevada concentración: medio millón de aparatos, la mitad del mercado, está en manos de Zardoya Otis, Thyssenkrupp y Schindler. Sin embargo, la necesaria modernización de las instalaciones más longevas seguirá siendo un factor dinamizador del sector desde el punto de vista de la producción y del empleo. Se prolonga la tendencia de paulatino incremento del grado de concentración de la oferta, de forma que los cinco primeros operadores alcanzaron en 2016 una cuota de mercado conjunta del 67%.

En los últimos años se ha registrado, además, una favorable evolución de las exportaciones, que en el período 2016-2017 superaron los 600 millones de euros anuales. Francia continúa siendo el principal destino, a notable diferencia respecto al segundo país, el Reino Unido.

En 2016 desarrollaban las actividades de fabricación y venta, instalación, mantenimiento y reparación de ascensores y otros aparatos elevadores alrededor de 400 empresas, junto a las que opera un reducido número de compañías dedicadas a la comercialización de componentes y puertas. Durante los últimos años, el número de empresas se mantiene estable, tras el notable descenso que tuvo lugar en la primera mitad de la década actual, aunque siguen produciéndose operaciones de compra y fusión.

Interior de un ascensor de la compañía Kone. Foto: Kone.

Sector laboral atractivo

La elevación es un sector laboralmente atractivo. En 2016 empleaba 20.500 personas, y cada año las empresas necesitan cubrir 700 nuevos puestos, según datos de la Federación Empresarial Española de Ascensores (Feeda), que ha lanzado una campaña orientada a los jóvenes que estudien las ramas de FP de técnico en mantenimiento electromecánico y técnico en mecatrónica industrial. Feeda recuerda que las empresas deben reponer bajas permanentes y temporales, jubilaciones y nuevas contrataciones por el aumento permanente o temporal de la actividad, algo que cada vez es más complicado.

El sector de los ascensores no había vivido una revolución semejante desde la aparición de los primeros aparatos eléctricos. El último grito son sistemas inteligentes, conectados al Internet de las cosas (IoT, en sus siglas en inglés), que mejoran los costes de mantenimiento y son más seguros y eficientes energéticamente. La paulatina incorporación de sensores conectados permite a los operadores de mantenimiento obtener información valiosa. Pero también mejoran el flujo de pasajeros a través de aplicaciones móviles.

Un hecho que influirá sensiblemente en los futuros ejercicios es la entrada en vigor, el pasado 1 de septiembre, de las nuevas normas para elevadores: la norma EN81-20 contiene los requisitos técnicos para el diseño de los ascensores eléctricos e hidráulicos y la norma EN81-50 contiene los requisitos de procedimientos y ensayos para los ascensores eléctricos e hidráulicos.

Javier Catalina, presidente de la Feeda expresaba, con motivo del 40 aniversario de la organización, la necesidad de seguir afrontando los nuevos desafíos que afectan al sector. Por ejemplo, exige la revisión del RD 88/2013 que regula la instrucción técnica complementaria de ascensores adaptándola a los nuevos requisitos normativos y estableciendo nuevas medidas para el incremento de la seguridad, tanto del parque existente, como de los sistemas de gestión para asegurar la calidad del mantenimiento. También reclama el cumplimiento del RDL 1/2013, que regula los derechos de las personas con discapacidad y su inclusión social, "en un país con cinco millones de edificios con problemas de accesibilidad".

Begoña Cristeto Blasco

Secretaria general de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa

"En España tenemos instituciones educativas de las que salen algunos de los mejores ingenieros del mundo"

Mónica Ramírez

Begoña Cristeto es, desde febrero de 2014, la secretaria general de Industria y de la pyme, dependiente del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Entre sus principales funciones destacan la definición, la ejecución y el seguimiento de la política industrial, la elaboración de las políticas de apoyo y de promoción de empresas industriales, la elaboración de planes para el fomento de las iniciativas empresariales y la propuesta y ejecución de las políticas de emprendimiento, apoyo y promoción de la pequeña y mediana empresa.

La industria es un sector clave para la competitividad de la economía española por su efecto dinamizador de otras actividades y constituye el sector exportador por excelencia. Por ello, es prioritario integrar la competitividad industrial en todos los ámbitos de actuación con el fin de lograr el objetivo europeo de que el peso de la industria suponga el 20% del PIB en 2020. ¿En qué situación se encuentra nuestro país?

El valor de la producción del sector industrial a precios de mercado en España estaba muy cercano al 20% del PIB antes de la entrada en el euro. Cayó al 15,5% en 2009, el año de la crisis económica general. Desde ese año y hasta el 2017 dicho porcentaje se ha elevado hasta alcanzar recientemente el 16,5%, parecido al de 2007, año anterior a la crisis. El sector estrictamente manufacturero, es decir, industrial sin energía y extractivas, representa en la actualidad algo más del 13% del PIB español, se ha ganado un punto porcentual desde 2014, gracias al fuerte incremento de la producción industrial manufacturera desde entonces y que continúa en la actualidad.

En términos de empleo, ¿en qué se traduciría lograr dicho objetivo?

El 20% para 2020 no es un objetivo nacional individualizado, sino una referencia para el conjunto de la UE-28, como área económica en relación con Estados Unidos o China. Dicho esto, no hay una referencia similar para el empleo. Sí podemos decir que el sector industrial mantiene y crea empleo de alta cualificación, con unos salarios más altos y con una mayor productividad que otros sectores de la economía. Desde el año 2014 el valor de la producción industrial y el crecimiento del PIB crecen conjuntamente a tasas medias en torno al 3% anual y también los ocupados en el sector y los afiliados a la Seguridad Social. El empleo en el sector representa hoy aproximadamente el 13,5% del total. Si hemos dicho que la producción industrial es el 16,5% del total, es claro que la productividad del empleo es mucho mayor que en otros sectores, por ejemplo, el sector servicios representa casi un 70% del PIB y emplea al 78% de la población activa.

Begoña Cristeto Blasco.

En alguna ocasión ha destacado la necesidad de apostar por "una industria inteligente, conectada y colaborativa", para conseguir que el sector industrial se convierta en los próximos años en uno de los motores de nuestra economía. ¿A qué desafíos y oportunidades se enfrenta nuestra industria en el corto y largo plazo?

Para nosotros este proceso es una necesidad ineludible. Nos gusta decir que nuestra industria será digital o no será. Desde luego, tenemos aún muchos desafíos que afrontar. Estamos ante un progreso tecnológico acelerado basado en innovaciones disruptivas que nos plantean una transformación total del modelo de negocio y de la cultura de la empresa. La orientación al cliente, la personalización, la flexibilidad, la reducción del tiempo de llegada del producto al mercado… Todos estos factores obligan a una adaptación rápida para lograr una mayor eficiencia y productividad a lo largo de toda la cadena de valor. Para ello, la transformación digital es fundamental y ofrece oportunidades inmensas. Todos los actores implicados debemos priorizar la digitalización en nuestra estrategia porque España tiene las condiciones para aprovechar todo el potencial de esta revolución. En cifras, podríamos estar ante una oportunidad de 120.000 millones de euros, según el informe de Roland Berger y Siemens, España 4.0: El reto de la transformación de la Economía.

Para facilitar el proceso de transformación digital de la industria española, en julio de 2015, la Secretaría General de Industria y de la Pyme puso en marcha, en el marco de la Agenda para el Fortalecimiento del sector industrial, la iniciativa Industria Conectada 4.0. ¿En qué consiste y cuál es la implicación de la Secretaría?

Es una estrategia integral, en cuanto que aborda todas las dimensiones de la digitalización, pero se caracteriza por

colocar a la empresa en el centro de su concepción y desarrollo. Servicios como HADA, ACTIVA Industria 4.0, el apoyo financiero a la implantación de habilitadores digitales en nuestra industria o el reciente primer Congreso Nacional de Industria Conectada 4.0, apoyan a las empresas industriales durante su recorrido hacia la digitalización. También estamos haciendo hincapié en la formación en habilidades digitales de los trabajadores y en la comunicación sobre las ventajas de sumarse a la digitalización. Nuestro objetivo es lograr que la española sea una industria conectada e inteligente.

Ya han pasado, por tanto, más de dos años desde la presentación de esta iniciativa. ¿En qué punto nos encontramos en la actualidad? ¿Se está produciendo la transformación digital en el tejido industrial español?
Aunque hemos avanzado decididamente, queda mucho trabajo por hacer. Los últimos datos nos indican que solo un 10% de las empresas industriales afirman tener una estrategia digital formalizada, que tan solo el 35% de las empresas españolas invertirán en 2017 en procesos de digitalización y que el 55% no tiene previsto hacerlo. Hay una labor fundamental de concienciar a las empresas de la importancia de transformar sus organizaciones digitalmente. No nos sirve que 8 de cada 10 empresas españolas consideren que su nivel de digitalización es medio o alto; queremos ayudarlas a que cada vez más empresas se sitúen en la franja alta.

¿El déficit de productividad en I + D está lastrando la competitividad de las industrias españolas?
Según las cifras de la OCDE, estamos ligeramente por debajo en la inversión en I + D respecto a los países de nuestro entorno, y eso tiene una incidencia en la competitividad. Sin embargo, todos los estudios apuntan a que la mejora del capital humano y tecnológico será la base de la competitividad de la industria española a largo plazo. De ahí que estemos coordinando nuestros esfuerzos con todos los actores implicados para mejorar en esta faceta.

¿Qué recomienda sobre todo a las pequeñas y medianas empresas para no perder el tren de la innovación?
La innovación hay que verla como cultura de empresa. No puede quedarse en tener unos cuantos proyectos e ideas; toda la organización debe trabajar con motivación de innovar continuamente. Y en la pyme también hay mucho espacio para la innovación. Nuestras recomendaciones serían incorporar la innovación al día a día, informarse de las ayudas a las que pueden acceder, buscar socios en plataformas colaborativas y perder el miedo a crecer.

¿Qué mecanismos de financiación y ayudas se han puesto a disposición de las empresas para potenciar su competitividad en el mercado global?
El Ministerio de Economía, Industria y Competitividad está tratando de desarrollar fuentes alternativas a la bancaria para la financiación de la inversión en activos intangibles, que, por su naturaleza obtienen rendimientos a medio y largo plazo. Desde la Secretaría General de Industria y Pyme tenemos todo un marco de ayudas que tiene precisamente ese objetivo. Desde los programas de financiación de la industria, como el de Reindustrialización y Fomento de la Competitividad Industrial, hasta el ya comentado ACTIVA Industria 4.0, la convocatoria de financiación de proyectos de digitalización Industria Conectada 4.0 y otras líneas que estamos diseñando junto a CDTI para armonizar y facilitar el acceso a las mismas.

En líneas generales, ¿cuáles serían las claves para estimular la demanda de los bienes industriales y apoyar la internacionalización de las pymes y, por tanto, su crecimiento?
La nueva política industrial, según las directrices de la OCDE y la Comisión Europea, no contempla, como en el pasado, los estímulos directos a la producción o a la demanda de productos industriales. Pero sí cabe promover la inversión en activos intangibles como la I + D + i, los instrumentos alternativos de financiación de estos, la mejora del capital humano de los trabajadores y empresarios y el estímulo y acompañamiento en la internacionalización de las pymes industriales. Recientemente, el Ministerio de Economía, Industria y competitividad ha aprobado una estrategia de Internacionalización para el periodo 2017-2027 en la que destaca la incorporación de la innovación, la tecnología, la marca y la digitalización a la internacionalización de las empresas en la que también se promueve el capital humano específico para esta actividad de exportación e inversiones de la empresa industrial en el exterior.

Otro tema que se ha planteado desde distintos foros es la necesidad de adaptar el modelo educativo a las necesidades de las empresas. ¿Qué opina sobre ello?
En efecto, estudios nacionales e internacionales, en especial la OCDE, nos sitúa casi a la cola en términos de empleabilidad, es decir, en habilidades y conocimientos de los trabajadores ante los retos de la nueva era digital. El sistema educativo y de formación posgrado está un poco de espaldas respecto a los perfiles profesionales que necesita la industria avanzada del futuro en España. Esta falta de empleabilidad puede afectar negativamente a nuestra productividad futura. Es fundamental que la educación acompañe y potencie esta revolución tecnológica. Es necesario encontrar foros de diálogo entre empresa y sistema educativo para coordinar políticas ágiles que nos ayuden en esta tarea.

Los ingenieros de la rama industrial tienen un papel fundamental en el ámbito de la industria. ¿En qué medida pueden contribuir a mejorar la competitividad de las pymes?
El capital humano es esencial. En España tenemos la suerte de contar con grandes instituciones educativas de las que salen algunos de los mejores ingenieros del mundo que aportan a las empresas grandes avances en el ámbito de la innovación en procesos, en la digitalización, en el diseño de productos adaptados al cliente… Es fundamental que tengan condiciones para investigar, para experimentar, para probar y, finalmente, para aplicar su conocimiento.

En el I Barómetro Industrial 2017, elaborado por el COGITI, más de la mitad de los ingenieros encuestados valoraron de forma positiva la situación actual de la industria a nivel nacional; sin embargo, un 67% de ellos opinaba que desde la Administración central no se están llevando a cabo los incentivos necesarios para desarrollar y fomentar el sector industrial, ¿qué les diría a todos ellos?
Nosotros también pensamos que existen áreas de mejora. Por eso, trabajamos día a día para fomentar la actividad industrial, la modernización, la investigación, la digitalización…

Tribuna

Gasolinera 4.0

Alfonso Carrasco

Según la Real Academia de la Lengua, una gasolinera es un "establecimiento donde se vende gasolina", una definición que a lo largo de los años ha ido quedando obsoleta, sobre todo gracias a la continua evolución del negocio de estaciones de servicio y de la actividad que en torno a ellas se realiza. En la actualidad, el concepto de estación de servicio está más vivo que nunca, especialmente en lo referente a "servicio", ya que se ha convertido en un centro donde se pone a disposición del cliente una serie de servicios cada vez más variados. Junto con la venta del carburante, gas, electricidad y demás se desarrollan actividades como venta de tienda, lo cual, cada vez en más casos, se lleva a cabo como auténticos supermercados (casi siempre como fruto de grandes alianzas entre petroleras y empresas de *retail*), con un catálogo extenso de productos, incluidos los alimenticios y perecederos, como pueden ser fruta, carne, etc. Disponen de lavaderos manuales y automáticos, lavanderías de ropa, puntos de recogida de empresas de transporte o venta por Internet, restauración (restaurantes tradicionales o de comida rápida), venta de lotería, cafeterías, punto de recogida de pequeños residuos como pilas o cápsulas de café, etc., y todo ello teniendo como objetivo final captar a un mayor número de clientes y convertir a la estación de servicio no solo en un punto de paso, sino también en un destino.

Digitalización de las estaciones

La evolución de las estaciones y su modelo de negocio, así como el grado de madurez del sector y la elevada competencia en el mismo nos lleva a evolucionar los sistemas informáticos para dotarlos cada vez más de un alto grado de digitalización, camino que desemboca en lo que se denomina gasolinera 4.0.

Una definición simplista del concepto gasolinera 4.0 podría ser que es dar sentido a toda la información que se genera y que somos o seremos capaces de recopilar de diversos orígenes para explotarla de forma coordinada, con el fin de que sea de utilidad para llegar al mayor número de clientes directos y potenciales, diferenciándonos de la competencia por ser capaces de ofrecer servicios personalizados y disponer, por otro lado, de un alto grado de monitorización del negocio. De este modo, se es capaz de reaccionar de forma muy ágil a cualquier estímulo que pueda repercutir en el servicio que se ofrece en la estación.

Servicio en la nube

El primer punto sobre el que se fundamentará la visión de una gasolinera 4.0 es el sistema central de gestión de la estación. Este se desplegará como un servicio en la nube, estando siempre accesible y garantizando la integridad y seguridad de los datos, así como un servicio óptimo para la gestión de los mismos al personal de las estaciones. Por tanto, libera a las empresas gestoras de gasolineras de la necesidad de disponer de servidores costosos, licencias y personal dedicado a su mantenimiento.

Los datos de los que se alimentará la plataforma pueden partir de varios elementos presentes en la estación y que son la piedra angular del sistema. Entre ellos, cabe destacar el concentrador de surtidores, que ofrece información detallada de lo que sucede con cada uno de los surtidores y demás elementos que puedan estar bajo su control, como panel de precios, sonda de nivel, OPT, el TPV (que recoge información de venta de todo tipo realizada por el personal de la estación) y la sonda de nivel (control de niveles y contaminación de tanques). Alrededor de ellos van apareciendo nuevas fuentes de datos que se mencionan con posterioridad, como diferentes opciones de sensorización (IoT) enfocadas a captar otro tipo de información útil (presencia de vehículos en la zona de repostaje, presencia de clientes en la tienda) y otros dispositivos como cámaras o pantallas que inviten al cliente a mostrar su satisfacción con los servicios ofertados en la estación.

La plataforma desplegada en nube, además de ofrecer las herramientas para la gestión del día a día de los múltiples servicios que ofrecerán las gasolineras a sus clientes, supone un marco único donde se recoge toda la información generada en ellas, y esta información es explotada bajo herramientas de *big data* sobre las que se despliegan potentes paneles *business analitics*, que permiten un análisis más profundo a empresarios preocupados no solo por el ahora, sino también por el antes y, por supuesto, por el después.

En este punto, en el futuro, es donde toma importancia otro factor reseñable que forma parte de esta nueva revolución industrial, que no es otro que intentar predecir para anticipar acciones. Se trata de la aplicación de técnicas Machine Learning. Como hemos mencionado con anterioridad, no solo tenemos información de venta de estaciones, sino también de todo lo que ocurre en la estación y, como consecuencia de ello, podemos, por ejemplo:

- Anticiparnos a posibles averías de aparatos surtidores, ya que registramos todo lo que en ellos sucede por la información aportada por el concentrador (errores, número de suministros y litros, etc.).
- Sugerir campañas o aumentos de precio en función de tendencias en festivos y afluencia a la estación (datos conseguidos usando sensorización para controlar presencia de personas en tienda o en surtidores) cuando la climatología es propicia (datos climatológicos obtenidos de páginas oficiales).

Estos casos ilustran, por un lado, un ejemplo de ahorro en costes dado que pasamos a un mantenimiento preventivo, en lugar de sufrir costosas averías, ya no solo pensando en el coste de la reparación de la misma, sino también en la cantidad de clientes que hemos dejado de atender. Por otro lado, es un ejemplo de incremento de beneficio y rentabilidad, al estudiar y predecir las condiciones que permiten aumentar las ventas.

Toda esta información es aportada por nuestra plataforma, como un servicio más para nuestros gestores de estaciones, que incrementa el valor a la solución y ayuda conseguir mejores resultados en todos los factores que afectan a su negocio (gastos, inversiones, venta, beneficio, gestión de personal, etc.).

La plataforma MAGÓN también dispone de elementos de monitorización que permiten tener en todo momento una visión en tiempo real del estado de la estación de servicio. Disponemos de una representación de la estación accesible desde la web que muestra información haciendo uso de:

• IoT: se sensorizan las posiciones de suministro para conocer la posición de los vehículos y algún dato de interés de ellos. También se puede sensorizar el acceso y la salida a la tienda para saber número de personas o hacer uso de cámaras incluso para conocer rangos de edades de las mismas y estado de ánimo (existen servicios en la nube que analizan estos datos en función de una foto).

• *Streaming*: gracias a la información capturada por el concentrador somos capaces de encolar estos eventos que se van capturando (suministro en tiempo real, situación de error, fin de suministro, surtidor en prepago, etc.) en estructuras de almacenamiento en la nube, estos eventos encolados son leídos con herramientas y servicios *streaming*, disponibles en la nube a través de los cuales podemos tener una visión completa de la zona de surtidores en la estación de servicio.

Por último, no podemos dejar de hablar de un pilar en las comunicaciones y que desde hace unos años ha generado notables cambios de conducta y hábitos en las personas. No es otra cosa que las diferentes opciones de movilidad que nos rodean y las distintas posibilidades que se abren en torno a ellas (móviles, tabletas, etc.). Son opciones que, como todos sabemos, ya no quedan en simples llamadas, gestión de correos. Pueden ir encaminadas a facilitar y agilizar el pago tanto en mostrador como directamente en pista sin bajar del vehículo con el uso de una *app*. Son nuevas posibilidades de cara al cliente para poder informar de ofertas y campañas y, en definitiva, involucrarlo en la dinámica de la estación. Y no menos importante es el hecho de poder incorporar esta tecnología para el trabajo del personal de la estación en múltiples aspectos, desde el nivel más operativo, como puede ser personal de tienda que pueda hacer inventario, reposiciones, entradas de albaranes, gestionar pedidos desde su dispositivo móvil mediante una *app*.

El expendedor que atienda la venta con opción de usar una tableta en pista para manejar los surtidores, o la posibilidad incluso de usar tecnología ya disponible como servicio en la nube que permite interactuar con órdenes de voz para ni siquiera tener que usar el táctil de las pantallas de tabletas ni TPV. Finalizando el recorrido por las distintas opciones en las que tiene cabida la aplicación de movilidad puede estar ya a nivel decisivo la figura del gestor o administrador de las estaciones, con información útil y opciones de gestión directamente en la palma de su mano. Podrá ver en tiempo real el stock de sus tanques y realizar un cambio de precios de carburantes al mismo tiempo que mira el correo en el móvil y toma un café sentado en la cafetería de su estación.

En definitiva, nos enfrentamos a un reto apasionante dentro del nuevo marco que se ha abierto en los últimos tiempos, en el que la tecnología se ha democratizado y puede llegar a más personas a unos costos asumibles. En él la nube acrecienta su presencia y deja de percibirse como un riesgo o algo intangible e inseguro, para pasar a verse como una oportunidad donde podemos encontrar servicios que anteriormente no podíamos ni imaginar, ya que solo estaban disponibles para grandes empresas con incontables recursos y grandes centros de cálculo.

La digitalización es el presente y toda empresa que no se dé cuenta lo tendrá complicado para sobrevivir.

Alfonso Carrasco es gerente de 4GL.

La ingeniería, unos estudios y una profesión también para las mujeres

El 8 de marzo de 1910 se publicaba la Real Orden que autorizaba el acceso a las mujeres a la Universidad en España, poco después de ser nombrada consejera de Instrucción Pública Emilia Pardo Bazán, después de un largo camino de lucha y reivindicación por la alfabetización y educación de la población femenina. Más de un siglo después de esta importante efeméride, la situación ha cambiado de forma considerable, hasta llegar al punto de que en la actualidad las mujeres graduadas en educación superior supera al de los hombres: 53,1%, frente a 46,9%, según los últimos datos ofrecidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE), relativos al año 2015

Mónica Ramírez

Sin embargo, y aunque se han realizado importantes avances en las últimas décadas, este panorama cambia sustancialmente cuando nos referimos a las mujeres que cursan estudios de ingeniería, en la que el porcentaje de graduadas es todavía notablemente inferior al de los varones. En concreto, en el ámbito de las ingenierías, en general, los alumnos representan el 76,2%, frente al 23,8% de alumnas, según el informe La universidad española en cifras, de la Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE).

Los estereotipos asociados a algunas carreras técnicas, la falta de referentes femeninos y un marcado estigma social hacen que las mujeres se decanten por otras profesiones, y no haya más ingenieras. Desde la década de 1980, se ha producido una mayor incorporación de las mujeres a los estudios de ingeniería, hasta alcanzar el pico más alto en el año 2003, con el 27%, que se ha mantenido prácticamente hasta el año 2011. A partir de entonces, se ha percibido un ligero descenso.

En el curso 1984-85 el número de alumnas matriculadas en ingeniería técnica industrial, a nivel nacional y en todas las especialidades, era tan solo del 6,35%, y cuatro años después (curso 1988-89), experimentó una ligera subida hasta alcanzar un escaso 8,70%. En la actualidad, este porcentaje ha experimentado un considerable aumento. Según los últimos datos aportados por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, las alumnas matriculadas en los diferentes grados que dan acceso a la profesión de ingeniero técnico industrial (mecánica, electricidad, electrónica y química industrial), suponen ya el 21,71% del total y asciende hasta el 24,49% si hablamos de egresadas; si bien es cierto que este porcentaje sube de forma notable debido al mayor número de alumnas que cursan la especialidad de química industrial. No obstante,

> Las mujeres se deciden en primer lugar por el grado en ingeniería química, seguido de los de electricidad, electrónica y mecánica

> Los grados en ingeniería biomédica y salud y en diseño industrial son los que atraen a un mayor número de mujeres

el número de colegiadas es sensiblemente inferior, hasta significar el 10-15% de media en los colegios de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales.

Reciente repunte

En los últimos años, concretamente en el periodo que va del curso 2012-13 a 2015-16, se produjo un ligero repunte, tanto en el porcentaje de mujeres matriculadas como de egresadas, en las diferentes ramas. En el caso de las alumnas matriculadas, encontramos que en la rama mecánica, la progresión ha sido desde el 11,42%, en 2012-13, hasta el 11,82% en 2013-14; el 12,35% en 2014-15, y el 12,24% en 2015-16. En la rama de electricidad, se aprecia un porcentaje ligeramente superior: el 11,58% en el curso 2012-13; el 11,83% en 2013-14; el 12,71% en 2014-15, y el 13,18% en 2015-18, y vuelve a subir unas décimas en la rama de electrónica: el 11,87%, en el curso 2012-13; el 12,49%, en 2013-14; el 12,73% en 2014-15, y el 13,33% en 2015-16.

Sin embargo, es en la ingeniería química en la que se equilibra de una forma más notable la diferencia entre alumnos y alumnas, y se observa una progresión ascendente en los últimos años. En el curso 2012-13 se matricularon el 43,20% de mujeres; en el curso 2013-14, lo hizo el 44,30%; en 2014-15, el 47,12%, y en 2015-16, el 57,56%.

En cuanto a las alumnas egresadas, la progresión también ha sido ascendente. En la rama Mecánica, del total de graduados, un 12,71% correspondió a mujeres, en 2013; un 14,77% en 2014; el 14,08% en 2015, y un 13,12% en 2016; mientras que en Electricidad estas cifras se sitúan en el 12,66%, en 2013; 11,69% en 2014; 13,35% en 2015, y 14,55% en 2016.

En lo que respecta a la rama de electrónica, el 13,86% del total de egresados fueron mujeres en 2013; el 14,32% en 2014; el 11,24% en 2015, y el 12,73% en 2016. Por su parte, el porcentaje vuelve a subir cuando nos referimos a la rama de química industrial, llegando incluso a superar ligeramente el número de alumnas egresadas al de sus compañeros en dos cursos: 2012-13, con el 52,17%, y en 2015-16, con el 57,56% del total. En el curso 2014-15 fue del 44,55%,

Foto: Shutterstock.

y en 2014-15, las mujeres supusieron el 43,29% de los egresados. En cifras absolutas, la suma de las cuatro ramas supone un total de 5.436 alumnos egresados en 2016, hombres y mujeres, en los citados grados (3.148 en mecánica, 1.079 en electricidad, 1.037 en electrónica y 172 en química).

Con estos datos, podemos deducir que las mujeres se deciden en primer lugar por el grado en ingeniería química, seguido del de electricidad, a continuación sigue el de electrónica y, por último, el de mecánica. En este sentido, los estudios que tradicionalmente se han relacionado como "propiamente masculinos", como la mecánica, la electricidad y la electrónica, siguen estando copados por una mayoría de hombres, mientras que la química, sin esa vertiente tan definida, refleja una mayor presencia femenina. Esta tendencia la encontramos también en otros grados en ingeniería de la rama industrial que, sin embargo, no habilitan para la profesión de ingeniero técnico industrial, a diferencia de los anteriores. De la gran cantidad de titulaciones ofrecidas por las distintas universidades, únicamente aquellos títulos de grado que verifican los requisitos establecidos en la Orden CIN/351/2009 confieren atribuciones profesionales, en este caso las de la profesión de ingeniero técnico industrial.

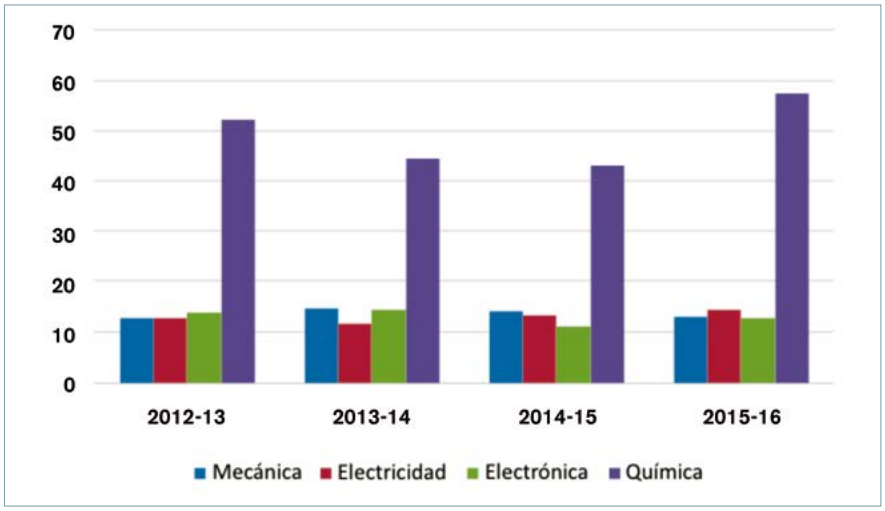
Se trata de grados como ingeniería biomédica y salud, energía, diseño industrial y organización industrial, en los que el porcentaje de alumnas sube de manera considerable con respecto a los grados que sí habilitan para la profesión de ingeniero técnico industrial (mecánica, electricidad, electrónica y química industrial). De entre todos ellos, los grados en ingeniería biomédica y salud y diseño industrial son los que atraen a un mayor número de mujeres: el 55,21% y el 49,63% de alumnas matriculadas, respectivamente, en el curso 2015-2016; así como el 52,21% y el 53,77% de alumnas egresadas en ambas titulaciones. Por su parte, en el grado en energía, hay un 27,78% de alumnas matriculadas, que llegan hasta el 32,47% en el caso de las egresadas, y en el grado en organización industrial, la cifra alcanza el 23,77% de alumnas matriculadas y el 28,16% de egresadas.

> Solo el 17% de los asientos de los consejos de administración de empresas del Ibex 35 están ocupados por mujeres

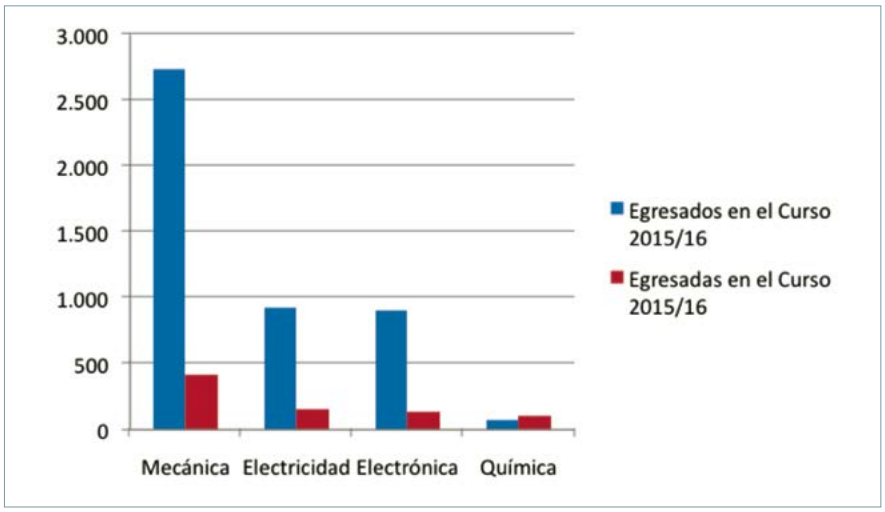
Inserción laboral de las egresadas

Las ingenierías siempre se han encontrado entre las carreras con mejores salidas profesionales, y en los últimos años, especialmente la ingeniería electrónica y automática ha sido la más demandada, con unas tasas de paro por debajo del 7%. La tendencia para los próximos años seguirá siendo así. Durante 2017, una de cada cuatro ofertas de empleo (23%) fue para estos perfiles, y la previsión es que este año continúe la misma tendencia. Los estudiantes de ingenierías de la rama industrial serán los que más oportunidades de incorporarse al mercado laboral encuentren cuando terminen la carrera.

Si analizamos la tasa de afiliación a la Seguridad Social de los egresados universitarios en el primer y cuarto año después de finalizar sus estudios, por sexo y rama de enseñanza, las mujeres han



Porcentaje de mujeres egresadas.



Egresados (hombres y mujeres) en el curso 2015-16.

tenido algo más de dificultad que sus compañeros. En el ámbito de la ingeniería, el 58,8% de los hombres encontró un empleo relacionado con sus estudios, frente al 54,6% de las mujeres, en el año 2011; y el 62,2% y el 59,1%, respectivamente, en el año 2014, es decir, cerca de 4 puntos de diferencia (datos del MECD).

En cuanto a la base de cotización el primer y cuarto años después de terminar sus estudios, los ingenieros perciben un salario superior al de las ingenieras, de tal manera que el sueldo medio de los hombres se sitúa en 23.466,47 euros, frente a los 21.916,08 de las mujeres, en 2011, y de 26.281,35€y 24.206,31€respectivamente, en 2014.

El "techo de cristal"

En los estudios de género, se denomina techo de cristal a la limitación velada del ascenso laboral de las mujeres en el interior de las organizaciones. Se trata de un techo que limita sus carreras profesionales, difícil de traspasar y que les impide seguir avanzando. Es invisible, ya que no existen leyes ni dispositivos sociales establecidos y oficiales que impongan una limitación explícita en la carrera laboral a las mujeres.

El término «techo de cristal» (*glass ceiling barriers* en el original en inglés) apareció por primera vez en un artículo del *Wall Street Journal* en 1986, en Estados Unidos. El artículo describía las barreras invisibles a las que se ven expuestas las mujeres trabajadoras altamente cualificadas que les impedía alcanzar los niveles jerárquicos más altos en el mundo de los negocios, independientemente de sus logros y méritos.

En ningún país, con la excepción de Suecia, hay datos relativamente cercanos a la paridad de forma más o menos generalizada. Las instituciones españolas están en la media europea en el porcentaje de mujeres en las mismas, pero claramente muy lejos de la paridad.

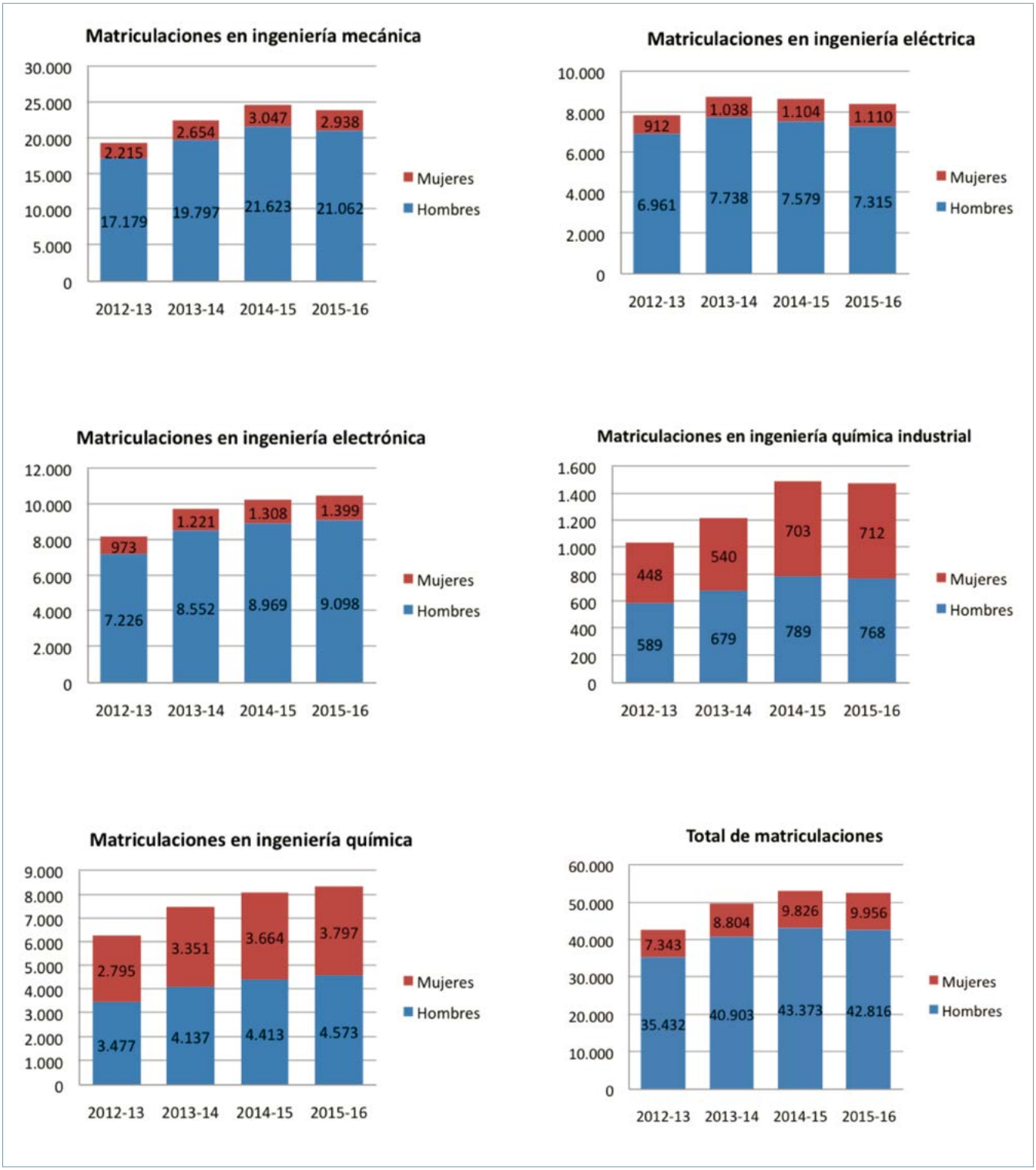
¿Qué ocurre en las empresas más grandes? Entre las empresas que cotizan en Bolsa, el porcentaje de mujeres en los puestos de mayor responsabilidad es menor que en las instituciones públicas. Solo el 17% de los asientos de los consejos de administración de empresas del Ibex 35 están ocupados por mujeres, un porcentaje que sitúa a nuestro país por debajo de Bélgica, Italia, Alemania, Holanda, Francia, Suecia y Reino Unido, aunque ha experimentado un aumento considerable desde el año 2003, según un informe de la Comisión Europea. Estas diferencias entre géneros son incluso mayores si nos centramos en las consejeras ejecutivas (el puesto con mayor poder dentro de los consejos de administración), que no llegan al 5%, menos de 1 de cada 20.

Con el fin de concienciar a las jóvenes estudiantes de que es posible alcanzar puestos de alta responsabilidad y romper los denominados "techos de cristal", la Real Academia de Ingeniería (RAI), junto con la Dirección General de la Mujer de la Comunidad de Madrid y con la cofinanciación del Fondo Social Europeo, organizaron recientemente varias ediciones del programa *Diálogos mujer e ingeniería*, dentro del proyecto *Mujer e ingeniería de la RAI*, puesto en marcha en octubre de 2016.

El evento consiste en desarrollar diferentes diálogos mantenidos entre directivas sénior de empresas vinculadas con la ingeniería, la ciencia y la tecnología, por un lado, y alumnas a punto de finalizar el grado y un posgrado en ingeniería, por otro. En estas charlas se contrastan los puntos de vista expertos y de éxito de las directivas, con las preguntas, dudas y aportaciones de las jóvenes estudiantes.

En la primera edición participaron directivas sénior, como Cristina Álvarez, directora de Desarrollo de Servicios y Sistemas y CIO Telefónica España, SA (ingeniera de telecomunicaciones); María Teresa Busto, directora de la factoría de Illescas Airbus Operations SL (ingeniera de la rama industrial), y Blanca Losada, directora de Ingeniería e Innovación Tecnológica de Gas Natural Fenosa (ingeniera de la rama industrial).

Mª Teresa Busto, directora de la planta Airbus en Illescas desde 2013,



Alumnos matriculados en los grados con atribuciones profesionales (2012-16).

asegura que su carrera profesional es el paradigma de cómo la mujer puede asumir cargos de responsabilidad "sin renunciar a nada, ni abandonar nada en el camino". "Se puede", apostilla. De este modo, el consorcio EADS elegía por primera vez en España a una mujer para dirigir una factoría de 635 trabajadores, donde solo el 15% de la plantilla son mujeres, aunque su aspiración es lograr que en un futuro cercano el 25% de los puestos de trabajo sean femeninos. Con anterioridad a este puesto, Mª Teresa había ocupado otro cargo de responsabilidad: vicepresidenta de fabricación de piezas de ingeniería en Airbus y había liderado un equipo trasnacional con oficinas en Nantes, Stade, Getafe, Saint Eloy e Illescas.

Para la directora de Airbus Illescas, el tema de las cuotas femeninas en las empresas es más un concepto de "visibilidad y oportunidad" que de una "reivindicación u obligación" para que la

mujer aspire a puestos de mando. En consecuencia, "no es tanto una lucha por el feminismo, sino una forma de que la mujer tenga las mismas oportunidades de acceder a los mismos puestos de trabajo".

Por otra parte, en la segunda edición de los *Diálogos mujer e ingeniería*, las directivas sénior que participaron fueron María Benjumea, fundadora y CEO de Spain Startup, y Nuria Oliver, directora de Ciencia y Datos en Vodafone, y *chef data scientist* en Data-pop Alliance.

El objetivo de este tipo de iniciativas es lograr que las grandes profesionales que desarrollan su trabajo en el mundo de la ingeniería sean más visibles, y sirvan como referente y testimonio de que es posible alcanzar puestos de alta responsabilidad por parte de las mujeres.

En busca de vocaciones técnicas

En junio de 2017, la Fundación Telefónica lanzaba una publicación titulada ¿Por qué no hay más mujeres STEM? Se buscan ingenieras, físicas y tecnólogas, que incluye tres estudios con personas jóvenes en diferentes momentos de su ciclo vital y formativo: la educación secundaria, la educación superior y las primeras etapas de su incorporación a profesiones ligadas a algunos ámbitos STEM, las siglas en inglés comúnmente empleadas para referirse a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). En este sentido, se analizaban los motivos de la escasa presencia y participación activa de las mujeres en estudios universitarios y profesiones ligadas a dichos ámbitos STEM. Y ello a pesar de los buenos resultados que obtienen las alumnas durante sus estudios de ingeniería. La nota media del expediente académico de las egresadas en ingeniería y arquitectura en el curso 2013-2014 fue incluso de una décima superior al de los egresados: 6,88 y 6,87, respectivamente (Fuente: MECD).

Entre los aspectos más reseñables, el estudio destaca que aunque en un principio parece haber un acuerdo entre las mujeres que trabajan en el área STEM en considerar que desarrollaron un interés especial por estos ámbitos desde edades tempranas, también es cierto que reconocen la influencia que otras personas de su entorno tuvieron en sus decisiones de carrera. En este sentido, muchas jóvenes ingenieras plantean que el hecho de que sus padres contaran con ellas desde pequeñas para "cacharrear" con cuestiones técnicas o mecánicas les hizo desarrollar un interés especial por los aspectos tecnológicos.

Asimismo, en la línea de lo sostenido por los universitarios, muchas de las personas entrevistadas en el citado estudio reconocen una fuerte motivación por las materias que marcaban el currículo de los ámbitos STEM en educación secundaria y bachillerato, lo que propició que se decantaran por estos estudios. De igual modo que las chicas estudiantes de ámbitos STEM, muchas de las jóvenes que se dedican profesionalmente a estas áreas, mencionan su interés por la utilidad que a nivel humanitario tiene su trabajo, al mismo tiempo que algunas de las ingenieras reivindican su interés por el conocimiento técnico y por desarrollarse profesionalmente en aspectos puramente técnicos.

> En las empresas cotizadas el porcentaje de mujeres en puestos de responsabilidad es menor que en las instituciones públicas

> En ingeniería, las mujeres han dejado una huella muy marcada, han demostrado ser brillantes y capaces de enfrentarse a la adversidad

Pero más allá de las consideraciones de equidad con respecto a la presencia de las mujeres en ámbitos tecnológicos, como la ingeniería, esta problemática es clave desde el punto de vista de la innovación. Una de las prioridades de la Innovation Union Flagship, piedra angular de la Estrategia Europa 2020, es propiciar el aumento del número de mujeres en ámbitos STEM y garantizar su continuidad en las actividades de innovación tecnológica (ingenierías) y no tecnológicos (física, matemáticas, medicina, farmacia y biología).

El programa Horizon 2020 parte de la citada Estrategia Europa 2020, como propuesta de acción de la Unión Europea para impulsar el crecimiento y la innovación. Está dotado con más de 80.000 millones de euros y se ejecuta en el periodo de 2014 a 2020. Esta iniciativa es uno de los pilares fundamentales para conseguir que Europa inicie una etapa de crecimiento inteligente, sostenible e integrador. De ahí que las acciones de investigación e intervención promovidas por diferentes propuestas dentro del marco Horizon 2020 incidan en la necesidad de fomentar las vocaciones tecnológicas y científicas de los jóvenes estudiantes, sobre todo, con edades comprendidas entre los 13 y los 17 años, ya que el escaso interés de los alumnos de ambos sexos por estos ámbitos es una de las razones por las que la Comisión Europea está impulsando este tipo de medidas.

Según datos aportados por el Instituto de la Mujer, en educación secundaria, durante el curso académico 2013-2014, había un porcentaje mayor de chicas (52,44%) que de chicos en bachillerato. Asimismo, el porcentaje de chicas que eligió durante el curso académico 2014-2015 la opción de bachillerato científico y tecnológico fue del 45,97%, considerablemente inferior al de alumnas matriculadas en el bachillerato de humanidades y ciencias sociales (57,26%) y en el bachillerato de artes plásticas (diseño e imagen, el 64,28%) o artes escénicas, con danza y música (63%), según datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

En el caso de los módulos de formación profesional de grado medio y superior, la situación se repite, al haber más chicas que chicos matriculados (42,50% de varones en grado medio y 47,69% en grado superior), y una vez más, los estudios técnicos vuelven a estar copados por ellos. A modo de ejemplo, dentro de los módulos de formación profesional de grado superior, solo el 3,20% de las chicas eligió el módulo de mantenimiento de vehículos autopropulsados; el 5,14% se decantó por el módulo de electricidad y electrónica; el 8,68% eligió energía y agua; el 13,67% de ellas prefirió realizar módulos de informática; el 19,92% el de edificación y obra civil y, finalmente, el 19,96% el de actividades físicas y deportivas. Sin embargo, las chicas mostraron una alta presencia en los módulos de imagen personal (96,32%), servicios socioculturales y a la comunidad (88,68%), textil, confección y piel (88,68%), sanidad (73,67%) y administración (65,89%).

Rosa Franco Rivas, primera mujer perita industrial en España

Rosa Franco Rivas, en la orla de su escuela, junto a dos de sus compañeros, peritos industriales químicos también, y sus profesores (en la parte superior).

La primera perita industrial en España de la que tenemos conocimiento es Rosa Franco Rivas, nacida en Zaragoza en el año 1900. En 1922 terminó sus estudios de perita industrial química por la Escuela de Zaragoza y el 23 de octubre de 1952 ingresaba en la Asociación de Peritos Industriales de Aragón. En el año 1972 cumplió sus "bodas de oro" con la profesión, pero fue en el año 1980, coincidiendo con los compañeros que también celebraban esta efeméride, cuando recibió un merecido homenaje por parte del colegio.

Pocos referentes femeninos

Con motivo de la celebración del Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, el 11 de febrero, proclamado en la Asamblea General de las Naciones Unidas, se han publicado interesantes estudios que nos brindan una magnífica oportunidad para reflexionar sobre la baja presencia de la mujer en muchas áreas científicas y la falta de vocaciones femeninas en la ciencia. En ellos se apuntan diversas razones por las que las chicas no se sienten especialmente atraídas hacia la carrera investigadora. Entre los motivos, se indica que, en general, el entorno social, familiar y educativo no incentiva de igual manera a chicos y chicas a la hora de elegir carreras científicas y técnicas, ya que la tecnología se presenta como un ámbito marcadamente masculino. Por lo tanto, hay una ausencia de roles científicos femeninos.

Los estereotipos se alimentan de la falta de visibilidad de las mujeres en la ciencia, así como de sus logros. Las niñas prácticamente no tienen roles femeninos en los que reflejarse. Asimismo, en parte debido a la realidad que han vivido algunas científicas en el pasado, muchas adolescentes pueden ver en la ciencia un camino demasiado arduo, difícil de conciliar con la vida personal y aquellas que se deciden por las ciencias tienden a alinearse con una causa social.

La diferencia en el interés hacia las carreras técnicas es ya patente en las estudiantes de secundaria. A pesar de que las chicas tienen más expectativas para su futuro profesional según datos del informe PISA, de media en la OCDE solo una de cada cinco chicas de 15 años quiere dedicarse a profesiones técnicas (7% en España), mientras que el porcentaje que se inclina por carreras del ámbito sanitario asciende al 15-17%.

En la ingeniería, las mujeres han dejado una huella muy marcada, han demostrado ser brillantes y capaces de enfrentarse a la adversidad. Gracias a todas estas mujeres exitosas y dedicadas a sus carreras, la equidad se va convirtiendo en una meta cada vez más cercana, aunque el camino es largo todavía. A pesar de todo lo que se ha avanzado en las últimas décadas, la mujer tiene que seguir salvando obstáculos y dificultades para alcanzar la plena equiparación profesional en todos los ámbitos; y como ya se ha apuntado en alguna ocasión, la igualdad de género es una condición indispensable para garantizar la competitividad de las empresas. Además, según avanza la digitalización de la sociedad, parece estar claro que un importante número de los puestos de trabajo que se van a crear en un futuro muy cercano requerirán de conocimientos en ingeniería y estos estarán incluidos en el denominado *star system*, lo que significa que estos profesionales serán los mejor pagados y gozarán de más prestigio profesional y social. Es la razón por la cual la menor presencia de las mujeres en estos estudios puede agrandar la brecha de género, ya de por sí significativa, que existe en nuestro mercado de trabajo.

Mujeres ingenieras en la historia

La incorporación de la mujer a las universidades españolas ha sido más lenta que en otros países de Europa, donde las mujeres adquieren este derecho de forma generalizada entre 1850 y 1890. En nuestro país, desde 1910 (Real Orden que autorizaba el acceso a las mujeres a la Universidad), el número de mujeres en las universidades españolas ha aumentado de forma vertiginosa: en 1940, representaban el 12,6% del total de estudiantes; en 1970 suponían el 31%; en 2000, el 53%, y en 2010, el 54%.

El punto de inflexión se sitúa en el último cuarto de siglo XX, ya que es cuando se produce un cambio sustancial en la presencia de la mujer en el ámbito universitario. En los primeros años de la transición española, el alumnado universitario se caracterizaba todavía por ser mayoritariamente masculino. En 1975, cerca del 62% de los matriculados eran hombres, frente al 38% de mujeres. Además, cabe destacar que las alumnas se decantaban tradicionalmente por estudios del ámbito de ciencias de la educación y humanidades, mientras que los alumnos se centraban principalmente en las áreas de ciencias sociales (derecho y economía) y casi de forma exclusiva en las ingenierías. En el curso 1975-76, prácticamente el 95% del alumnado estaba compuesto por hombres.

Ingenieras sobresalientes

Elisa Leonida Zamfirescu es el nombre de la primera mujer ingeniera, en Europa, de la historia. Nació en 1887 en Galati (Rumanía) y, tras finalizar sus estudios secundarios, intentó inscribirse en la Escuela Nacional de Puentes y Caminos de Bucarest, pero fue rechazada debido a los prejuicios sexistas que predominaban en aquella época. Sin embargo, este hecho, lejos de desanimarla, le dio todavía más fuerzas para viajar a Berlín, donde se inscribió, en 1909, en la Universidad Técnica de Berlín Charlottemburg. Ha quedado la anécdota de que al registrarse, el decano trató de convencerla de que renunciara, citando «las tres K»: *kirche, kinder, küche* (iglesia, niños, y cocina, en alemán), para referirse al papel de las mujeres en esos tiempos. A pesar de estas reticencias iniciales, ella siguió con sus planes para ingresar en la citada universidad, donde se graduó tres años después, en 1912. Los directores de la institución estaban ante una situación completamente nueva, pues era la primera mujer que deseaba realizar estudios de ingeniería. Sin embargo, sabía escribir y hablar perfectamente alemán, y tenía unos conocimientos excelentes en matemáticas, física y química, por lo que finalmente la aceptaron, ante el desconcierto de sus compañeros y profesores. Tal vez, influyó el hecho de que su hermano, Dimitrie Leonida, fuera asimismo estudiante de la citada universidad. En el momento de su graduación, el decano la denominó "la más diligente de los diligentes", y se convirtió así en la primera mujer ingeniera del mundo.

Tras graduarse, volvió a Rumanía, donde desarrolló su trayectoria profesional en los campos de matemáticas, física y química, y llegó a ser nombrada directora de los laboratorios del Instituto Geológico de Rumanía. En el instituto desarrolló importantes estudios en torno a la identificación y análisis de nuevas fuentes de energía como el carbón, el petróleo de esquisto bituminoso, el gas, el cromo, la bauxita y el cobre, todos ellos recogidos en dos monografías: *Contribuciones al estudio de la bauxita en Rumanía* (1931) y *Estudio químico del cromo en las Montañas Orsova* (1939). Al mismo tiempo, desempeñó la docencia, impartiendo las materias de física y química, en la escuela femenina Pitar Moş y en la Escuela de Mecánica y Electricidad de Bucarest. También fue la primera mujer miembro de la Asociación Rumana de Ingenieros (AGIR) y formó parte la Asociación Internacional de Mujeres Universitarias. Ejerció su carrera hasta 1963, año en el que se retiró a los 75 años edad, y falleció el 25 de noviembre de 1973.

Su trayectoria profesional rompió los cánones establecidos en aquel momento con respecto a los trabajos y estudios que eran considerados exclusivamente para los hombres y supuso un gran avance para la incorporación de la mujer al ámbito la ingeniería, rompiendo estereotipos y allanó el camino de las aspirantes a ingenieras que vinieron después, al demostrar que las mujeres podían desempeñar trabajos que en un principio parecían impensables para el sexo femenino.

Tras sus pasos, encontramos a muchas otras mujeres sobresalientes que han ayudado a forjar el destino para que la unión de mujer e ingeniería sea toda una realidad en la sociedad actual. Beatrice Alice Hicks (1919-1979) fue una ingeniera estadounidense, la primera ingeniera mujer en ser contratada por la compañía estadounidense de ingeniería eléctrica Western Electric y la primera presidenta de la Sociedad de Mujeres Ingenieras. A pesar de haber ingresado en el campo de la ingeniería en un momento en el que fue considerada una carrera inapropiada para las mujeres, Hicks también ocupó una variedad de posiciones de liderazgo y con el tiempo se convirtió en la dueña de una empresa de ingeniería. Asimismo, desarrolló un indicador de densidad de gas que se utiliza en el programa espacial de Estados Unidos, incluyendo las misiones de aterrizaje a la luna del *Programa Apolo.*

Ellen Henrietta Swallow Richards (1842-1911) fue una química y ecóloga estadounidense y una de las fundadoras de la *higiene ambiental,* precursora de la ciencia ecológica moderna. Ellen dedicó más de una década de su vida a que las mujeres pudieran estudiar carreras universitarias, en el área de las ciencias naturales, en Estados Unidos. Destaca especialmente por ser pionera en el campo de la ingeniería ambiental y realizó por primera vez estudios de la calidad del agua de Massachusetts en 1870.

Mary Walton, técnica británica que en 1879 desarrolló un método para detectar las emisiones de humo. Posteriormente, Mary Walton inventó también un método para reducir la contaminación sonora producida por el ferrocarril. Recubrió los raíles con una envoltura de madera pintada de alquitrán y algodón que se llenaba de arena, facilitando la absorción del ruido y las vibraciones. Patentó su invento en febrero de 1891 y vendió los derechos a la compañía metropolitana de ferrocarril de Nueva York.

Stephanie Kwolek (1923-2014) fue una química polacoestadounidense, inventora del poliparafenileno tereftalamida, conocido como Kevlar, una fibra de alta resistencia, color dorado, que puede ser hasta cinco veces más resistente que el acero y que en la actualidad es utilizada en la elaboración de chalecos antibalas. Trabajó para DuPont y tiene 19 patentes. Recibió la Medalla Nacional de Tecnología (máximo galardón en la ingeniería en EE UU).

Margaret Engels fue la primera mujer en obtener la maestría en ingeniería mecánica; trabajó para Carrier Corp diseñando sistemas de aire acondicionado.

Lillian Gilbreth fue una de las primeras mujeres en tener un doctorado y ejerció como profesora de ingeniería de tres grandes universidades. Además, fue la primera mujer en la Sociedad de Ingenieros Mecánicos, en 1926. Contribuyó a la ingeniería industrial mediante el estudio de los patrones y ergonomía en el trabajo.

María del Pilar Careaga Basabe (ingeniera española) se licenció en ingeniería industrial en 1929 en la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid y fue la primera mujer en conducir un tren.

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

www.toolbox.cogiti.es

Desde el ***Consejo General*** *y los* ***Colegios Oficiales de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España*** *presentamos el renovado* ***PORTAL COGITI TOOLBOX*** *donde encontrarás el mejor Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.*

PROMOCION especial

cype SOFTWARE

PACK COMPLETO SOFTWARE CYPE

87% Descuento

ARQUÍMEDES
+ GENERADOR PRECIOS
+ MEDICIÓN AUTOMÁTICA
CYPELEC REBT
+ IMPLANTACIÓN
CYPECAD BASE LT30
CYPECAD MEP CTE
CYPECAD MEP CLIMATIZACIÓN

P.V. ~~7.812€ + IVA~~

990€ + IVA

Arquimedes
Mediciones
Presupuestos

CYPECAD BASE LT30
Estructuras Hormigón
Pilares

CYPELEC REBT
Baja tensión Rebt

CYPECAD MEP CTE
Cad BIM

CYPECAD Climatización
Climatización RITE

© COGITI · Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España
Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66
E-mail: cogiti@cogiti.es / http://www.cogiti.es

COGITI
Consejo General de **Graduados en** Ingeniería rama industrial e Ingenieros **Técnicos Industriales** de España

Angélica Gómez González

Decana del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales y de Grado de Valencia

"Las mujeres tenemos visión global y sabemos gestionar las emociones en nuestros equipos"

Mónica Ramírez

Angélica Gómez González estudió ingeniería técnica industrial con la especialidad de electricidad (sección electrónica) e ingeniería en automática y electrónica industrial, en la Universidad Politécnica de Valencia. También tiene formación en peritaciones, medio ambiente y *coaching* ejecutivo. Desde 2006 es gerente de la empresa Ger Ingenieros SLP, que fundó con su hermana. Además, ha realizado trabajos relacionados con la asesoría medioambiental dentro del Grupo Profesional Lex, desde 2004 hasta la actualidad.

En el ejercicio libre de la profesión, ha llevado a cabo, desde 1996, la realización de trabajos de ingeniería tanto en el sector servicios como en el sector industrial, y anteriormente fue técnica de mantenimiento en una empresa de ascensores. En marzo de 2009 entró a formar parte de la junta de gobierno del Colegio de Ingenieros Técnicos Industriales y de Grado de Valencia, inicialmente como vocal, posteriormente como vicedecana, en 2012, y desde marzo de 2016 tiene el cargo de decana.

¿Qué opina sobre la presencia que tiene la mujer hoy en día en el ámbito de la ingeniería?

Creo que aún es muy baja, apenas ha aumentado el número de ingenieras desde que yo estudiaba, al menos en nuestra titulación. En los últimos años, en Valencia hemos pasado, aproximadamente, del 10% al 15%, y creo que hace muchísima falta que la mujer incremente su presencia en la ingeniería.

En su caso, ¿qué le llevó a cursar estudios de ingeniería técnica industrial?

A pesar de ser de letras, tenía claro que el futuro estaba en las carreras tecnológicas, y qué mejor que la relacionada con la industria. Desde los 17 años tenía claro que la industria era todo y que su futuro estaba asegurado.

Decanas ingenieras

La mayor presencia de las mujeres en la ingeniería, en comparación con décadas pasadas, es patente en la representación institucional de los Colegios de Graduados en Ingeniería de la rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales, a pesar de representar todavía un pequeño porcentaje respecto a sus compañeros de profesión. La primera decana que hubo en la organización no llegó hasta 2001, con el nombramiento de María del Carmen Encinar Núñez, del Colegio de Valladolid, que ostentó el cargo hasta 2009. En la actualidad, la organización cuenta con tres decanas, en los Colegios de Sevilla, Badajoz y Valencia. *Técnica Industrial* las ha entrevistado para conocer su punto de vista sobre diversas cuestiones y temas comunes.

¿Recuerda cuántas alumnas había en su clase?

Claro, éramos 10 de 100 aproximadamente, es decir, el 10% al que me refería antes.

Las mujeres son mayoría en las universidades españolas, pero solo representan el 25% de los alumnos de las ramas de ingeniería y arquitectura, según datos del Ministerio de Educación. Sin embargo, las estudiantes sacan mejores notas de media que los chicos en la educación secundaria. ¿Por qué piensa que las chicas no se deciden en mayor medida a estudiar una ingeniería? ¿Es una cuestión de estereotipos sociales, porque se sigue considerando que las carreras técnicas son más bien estudios de hombres?

Creo que el motivo principal es que se sigue asociando la ingeniería al género masculino. Hay que dar visibilidad a la mujer ingeniera y que las jóvenes comprendan que ellas también lo pueden ser. Por otro lado, hay estudios que indican que la mujer es perfeccionista y le gusta controlar lo que hace, tener la certeza de que va a tener éxito. Las carreras técnicas llevan en su desarrollo una complejidad que puede hacerles pensar que no van a llevar esos estudios a buen término. La realidad es que si queremos, podemos, y quizás nos falta creer un poco más en nuestras posibilidades.

¿Qué les diría a las jóvenes estudiantes para animarlas a estudiar y dedicarse profesionalmente a la ingeniería?

La profesión de ingeniero es fundamental para la evolución y el desarrollo de la sociedad. Construimos el futuro con nuestro ingenio, detectamos problemas y les damos solución. Somos muy versátiles, nos adaptamos a los cambios y a las necesidades de nuestro entorno. Chicas, debemos de estar ahí, debemos ayudar al desarrollo tecnológico de la humanidad. Suena inmenso pero es real, las carreras tecnológicas tienen en sus manos la innovación y la evolución del mundo.

En general, ¿cómo cree que ha evolucionado el perfil de los estudiantes de ingeniería en los últimos años? ¿Y en el caso de las mujeres?

Creo que los jóvenes no afrontan la vida ni la universidad de la misma forma que nosotros. Cuando yo estudiaba, querías disfrutar al máximo de la universidad y de todo lo que te ofrecía, querías ser independiente y te esforzabas por conseguirlo, te buscabas la vida y te lanzabas a la piscina muchas veces. Ahora, la mayoría de estudiantes no sabe por qué están estudiando ingeniería, ni qué quieren hacer después. Tienen mucha más información, pero lo complicado es saber utilizarla. Los estudiantes deben reaccionar y

Angélica Gómez González.

ser más proactivos. Desde el colegio estamos fomentando este cambio a través de diferentes charlas y participando en la asignatura de Oficina Técnica. El perfil del estudiante que describo no tiene género, es tanto hombre como mujer.

¿Costará todavía llegar a una paridad en el ámbito científico-técnico?
Por desgracia creo que sí, queda mucho trabajo de educación a edades tempranas en igualdad para que esta llegue al ámbito técnico.

¿Cómo fue su incorporación al mercado laboral como ingeniera?
Fue a las bravas. Yo siempre había querido tener mi propia ingeniería y nada más terminar la carrera, me surgió la oportunidad y me dije: "Esto es lo que tú siempre has querido hacer, cógelo y lo que pierdas en dinero, lo ganarás en experiencia". Y ahí seguimos, al pie del cañón 25 años después. Desde luego a mí me fue bien, pero creo que es más conveniente coger primero experiencia en alguna empresa antes de lanzarse a crear la tuya propia. No obstante, si en cualquier momento surge la oportunidad no hay que desaprovecharla.

¿Qué puede aportar de especial una mujer a la ingeniería y qué cualidades son las que más valoran las empresas?
Las mujeres tenemos una visión global de las cosas, además gestionamos las emociones y las incluimos en el buen funcionamiento de nuestros equipos de trabajo. Las empresas demandan profesionales que resuelvan problemas y aumenten su productividad, y creo que históricamente, la mujer ha demostrado que está sobradamente capacitada para ambas cosas.

¿Cree que una mujer tiene más complicaciones que un hombre para llegar a un alto cargo?
Si me voy a mi caso personal digo que no, pero entiendo que hay muchas circunstancias que crean ese techo de cristal sobre las mujeres para llegar a puestos de responsabilidad. La culpa es tanto de los hombres como de las mujeres, y debemos trabajar juntos para eliminarlo.

¿Qué responsabilidades desempeña en la actualidad?
En la actualidad compagino el trabajo en mi empresa de ingeniería con mi representación institucional como decana del Cogiti de Valencia. Además, soy secretaria de Unión Profesional y presidenta de la Mesa de la Ingeniería Valenciana. Cuando se tiene ilusión y se cree en una misma se puede con todo. Alguna vez me han denominado de forma cariñosa ciclogénesis, y lejos de molestarme, creo que hay que serlo un poco para cambiar las cosas.

Como mujer ingeniera, ¿tiene alguna anécdota que nos pueda contar que le haya ocurrido en el desempeño de su trabajo?
Claro que sí. Al inicio de mi andadura profesional, como las ingenieras éramos raras de ver, siempre despertaba curiosidad cuando iba a Iberdrola o a Industria, los compañeros venían a verme y todo. A mí me divertía la situación y siempre saqué ventaja de ello. Menos mal que eso queda lejos y ya es normal ver ingenieras en todos los sitios, no somos muchas pero nos hacemos notar, eso sí.

¿Qué es lo que más le gusta de su profesión y de su trabajo?
Lo que más me gusta de mi profesión es la versatilidad, la variedad de trabajos que desempeñamos. Un día haces labores de investigación, otro de negociación o desarrollo técnico e infinidad de acciones diferentes y dispares. Yo siempre digo que a los ingenieros técnicos industriales no se nos caen los anillos por estar abajo, al pie de cadena de producción, y tampoco nos tiembla el pulso arriba, tomando decisiones importantes para el buen funcionamiento de las empresas.

Como decana del Colegio de Valencia, ¿cómo ve la situación actual de los profesionales colegiados y cómo se les puede ayudar desde el colegio?
Veo que tenemos mucho futuro por delante, pero que nuestro tipo de trabajo va a cambiar al igual que cambia vertiginosamente todo nuestro entorno. El colegio estará siempre al lado de sus colegiados para ayudarles a adaptarse a las necesidades del mercado y a ser excelentes profesionales hagan lo que hagan. Queremos que los compañeros nunca piensen que están solos en su día a día laboral: su colegio siempre los acompaña, ya que somos, como me gusta denominarnos, su familia profesional.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?
Mi próximo proyecto personal es asesorar a otras personas, especialmente mujeres, que quieran posicionarse y ascender en sus empresas, y que mediante una estrategia y un plan de acción consigan sus objetivos, igual que yo los he conseguido en diferentes etapas de mi vida. En el ámbito colegial quiero que nuestra profesión se posicione como agente de consulta indispensable tanto para la Administración como para la sociedad en general.

Ana María Jáuregui Ramírez

Decana del Colegio de Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Sevilla

"La ingeniería es una profesión de futuro en la que las mujeres tenemos mucho que decir"

Mónica Ramírez

Ana María Jáuregui posee un máster oficial en tecnología ambiental, un grado en ingeniería en electrónica y automática industrial y es ingeniera técnica industrial (especialidad electricidad, sec. reg. y automatismos), máster en prevención de riesgos laborales (tres especialidades), posgrado en auditorías de prevención y posgrado en medición de la contaminación acústica. Trabajó durante siete años en Mutual Cyclops como técnica con funciones de nivel superior en PRL. Posteriormente ocupó durante dos años el puesto de responsable del Departamento de Prevención, Calidad y Medio Ambiente en Endesa Ingeniería. Actualmente, y desde 2007, trabaja como técnica inspectora medioambiental en el Ayuntamiento de Sevilla. Además, es vocal del Consejo General de Colegios de Graduados en Ingeniería rama Industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España (Cogiti) y decana del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Sevilla.

Ana María Jáuregui Ramírez.

¿Qué opina sobre la presencia que tiene la mujer hoy en día en el ámbito de la ingeniería?

Es una presencia insuficiente, aunque afortunadamente vemos que la mujer está escalando posiciones en el ámbito profesional, ocupando puestos cada vez más relevantes en la ingeniería. Este progreso, en mi opinión, es demasiado lento y aún perduran estereotipos culturales que hacen patente una división profesional por sexos y no ayudan a que la mujer ingeniera adquiera protagonismo. Sin entrar a valorar cuáles son los motivos que favorecen esta diferencia, sí tengo claro que el foco de atención debemos centrarlo en dar a conocer la tecnología en los centros escolares para fomentar el interés por la ingeniería de las futuras estudiantes universitarias y cambiar esta realidad, trabajando por una mayor presencia de la mujer en la ingeniería desde el inicio, rompiendo el muro de cristal que imposibilita una igualdad real de oportunidades profesionales.

En su caso, ¿qué le llevó a cursar estudios de ingeniería técnica industrial?

Pura vocación. Según cuentan mis padres, era una niña curiosa, atrevida, inquieta y algo persistente. De ellos, de mis padres, aprendí el valor del esfuerzo, de la constancia y de la integridad. Creo que la conjunción de todo ello fue lo que me llevó a iniciar mis estudios de ingeniería. Además, me decanté por la rama de electricidad al ser la más demandada en el mercado laboral en aquel momento.

¿Recuerda cuántas alumnas había en su clase?

Éramos pocas, solo 2 o 3 chicas por cada 100 alumnos, sobre todo en las especialidades de mecánica y eléctrica. En la especialidad de química había mayor presencia femenina. Creo que esto puede guardar relación con los estereotipos culturales que comentaba antes. Lo cierto es que esa era la realidad en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla en aquellos años.

Las mujeres son mayoría en las Universidades españolas, pero solo representan el 25% de los alumnos de las ramas de ingeniería y arquitectura, según datos del Ministerio de Educación. Sin embargo, las estudiantes sacan mejores notas de media que los chicos en la educación secundaria. ¿Por qué piensa que las chicas no se deciden en mayor medida a estudiar una ingeniería? ¿Es una cuestión de estereotipos sociales, porque se sigue considerando a las carreras técnicas más bien como estudios de hombres?

Creo que estudiar ingeniería puede resultar poco atractivo para las estudiantes por varios motivos. No se trabaja en edades tempranas el conocimiento de la tecnología. Es necesario potenciar su presencia en los cursos previos a la universidad. Por otro lado, la ingeniería es un mercado laboral en el que la integración de la mujer es complicada ya que está dirigido por y para los hombres. Tampoco es fácil la conciliación de la vida laboral y familiar, otra de las grandes trabas profesionales de las mujeres. Por último, debemos tener en cuenta la falta de referentes femeninos actuales en el campo de la ingeniería en particular y de la ciencia en general. No se ha otorgado el mismo protagonismo a los logros de las mujeres que a los de los hombres a lo largo de la historia. Es necesario potenciar la visibilidad de las mujeres ingenieras, de los trabajos y las responsabilidades que desempeñan, para potenciar de este modo que las futuras estudiantes de ingeniería puedan tener un referente

femenino que las haga verse a sí mismas como futuras ingenieras. Por otra parte, pienso que siendo la única rama de la enseñanza en la que existe una diferencia tan acusada entre hombres y mujeres, hay un problema arraigado con los estereotipos que la sociedad tiene en cuanto a las profesiones, y más concretamente a las profesiones de ingeniería, ya que estas carreras se han asociado tradicionalmente a hombres por considerarlos trabajos exigentes y poco femeninos, una realidad social anclada en el pasado que tenemos que cambiar entre todos.

¿Qué diría a las jóvenes estudiantes para animarlas a estudiar y dedicarse profesionalmente a la ingeniería?
Amparándome en mi experiencia profesional debo reconocer que el mundo de la ingeniería es mayoritariamente masculino, pero eso no me ha impedido formar parte de él. Solo hay que tener determinación. A las jóvenes que se plantean cursar una ingeniería quiero decirles que el recorrido de una persona, independientemente de lo que le rodea, lo hace ella misma. Querer es poder, tres palabras que pueden traducirse en una norma de vida, y es que solo hay una regla para determinar nuestro futuro: a la hora de tomar decisiones importantes, merece la pena escucharse a sí mismo, no dejarse influir. La ingeniería es una profesión de futuro en la que las mujeres tenemos mucho que decir. No lo dudéis.

En general, ¿cómo cree que ha evolucionado el perfil de los estudiantes de ingeniería en los últimos años? ¿Y en el caso de las mujeres?
Respecto al perfil del ingeniero/a, creo que se han introducido algunos cambios. No solo se apuesta por el conocimiento en el ámbito de la ingeniería, sino que se aprecia el interés por la adquisición de competencias transversales, dominio de idiomas, movilidad internacional, trabajo en equipo, habilidades sociales, comunicación, etcétera.

En el caso de las mujeres, aunque el porcentaje sigue siendo inferior, las estudiantes de ingenierías están más integradas y son más participativas. En definitiva, tienen más voz en los proyectos que desarrollan durante sus estudios, como pueden ser los de desarrollo e innovación, y toman un papel más activo, lo que augura un desembarco en el entorno profesional más equitativo. Este perfil más seguro, creativo y dinámico les ayudará a enfrentarse a un medio globalizado y competitivo.

¿Costará todavía llegar a una paridad en el ámbito científico-técnico?
Sin lugar a dudas, creo que aún falta algún tiempo para conseguir la paridad. Es un camino difícil, pues aún existen muros o barreras que debemos derribar. Para alcanzar esta meta hay que trabajar mucho, debemos crear el ambiente óptimo para despertar vocaciones tempranas en las estudiantes de secundaria, fomentando el emprendimiento tecnológico y el desarrollo sostenible. Las Administraciones deben tomar medidas para derribar los estereotipos sociales existentes, fomentando la visibilidad de los referentes femeninos en las ingenierías, entre otras acciones.

¿Cómo fue su incorporación al mercado laboral como ingeniera?
No tuve grandes dificultades, ya que antes de incorporarme al mercado laboral decidí invertir en competencias transversales e hice una estancia en Toronto (Canadá) para mejorar en idiomas. Posteriormente, me incorporé a unas prácticas laborales como ingeniera en Austria, en la empresa Siemens, una experiencia que me ayudó enormemente a dar el salto de estudiante a profesional.

¿Qué puede aportar de especial una mujer a la ingeniería y qué cualidades son las que más valoran las empresas?
De forma general, hay características que nos diferencian de los hombres, como la empatía, la creatividad, la capacidad de toma de decisiones en entornos cambiantes, el abordar problemas. Todo ello se reduce a una gestión eficaz que destaca y avala el desempeño profesional de una mujer.

¿Cree que una mujer tiene más complicaciones que un hombre para llegar a un alto cargo?
Posiblemente sí. Y aquí también tiene mucho que ver la conciliación de la vida laboral y familiar, así como ciertos estereotipos negativos. No es lógico que una mujer, solo por el hecho de ser mujer deba hacerse cargo de todas las obligaciones domésticas y familiares. Las medidas que existen con relación a la conciliación laboral y familiar quizás no están surtiendo los efectos deseados.

¿Qué responsabilidades desempeña en la actualidad?
Actualmente trabajo como ingeniera en el Ayuntamiento de Sevilla. Soy decana del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería Rama Industrial de Sevilla y vocal del Consejo General de Graduados en Ingeniería Rama Industrial de España.

Como mujer ingeniera, ¿tiene alguna anécdota que nos pueda contar que le haya ocurrido en el desempeño de su trabajo?
Como anécdota… tras una selección de personal me comunicaron que había sido escogida para un puesto de ingeniero como responsable de área en una multinacional, y el responsable de personal me transmitió que había apostado por mí aun siendo mujer y me reconoció que era la primera vez que se decantaba por un perfil femenino para un puesto de responsabilidad en esa empresa.

¿Qué es lo que más le gusta de su profesión y de su trabajo?
Quizás lo que más me fascine de ella es el aspecto multidisciplinar que tiene y me siento afortunada por poder desempeñarlo día a día.

Como decana del colegio de Sevilla, ¿cómo ve la situación actual de los profesionales colegiados y cómo se les puede ayudar desde el colegio?
Teniendo en cuenta los distintos perfiles profesionales de nuestros colegiados, puedo decir que la ingeniería de la rama industrial sigue siendo profesión de futuro. Así lo avalan también estudios recientes. Y esto es una cuestión que hay que tener en cuenta, ya que muchas profesiones están sufriendo cambios estructurales y otras podrán desaparecer debido a la implantación de la industria 4.0. Desde mi punto de vista, la ingeniería de la rama industrial seguirá ejerciendo un papel relevante en el futuro de la sociedad, por lo que desde el colegio trabajamos intensamente para afrontar los nuevos requerimientos de la industria y la sociedad en general, para que nuestro colectivo sea un gran protagonista en esta nueva etapa.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?
Mis proyectos se aúnan en estos momentos en un objetivo común: contribuir a que la ingeniería de la rama industrial sea la ingeniería de referencia en la sociedad.

Vicenta Gómez Garrido

Decana del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Badajoz

"Las mujeres debemos convencernos de que en ciencia y tecnología podemos lograr al menos el mismo nivel que los hombres"

Mónica Ramírez

Vicenta Gómez inició sus estudios de ingeniería técnica industrial en la Escuela de ITI de la Universidad de Extremadura (Badajoz) en 1976 y obtuvo el título en 1980. Su primer trabajo llegó tres años después, y posteriormente, en 1985, comenzó a trabajar como técnica del Servicio de Industria de la Junta de Extremadura en Badajoz, hasta que, en 1988, se convocaron las oposiciones al cuerpo técnico y consiguió una plaza de ingeniera técnica industrial en el mismo servicio. Cinco años después, pasó a ocupar la Sección de Energía en la Dirección General de Industria, Energía y Minas en Mérida. Actualmente trabaja como jefa de sección de Ahorro Energético. En 1994 entró a formar parte de la junta de gobierno de la delegación en Mérida del Colegio Oficial de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales de Badajoz, con el cargo de vicesecretaria. Unos años después pasó a ocupar la presidencia, hasta 2011, cuando fue elegida decana del colegio, cargo que sigue teniendo en la actualidad.

¿Qué opina sobre la presencia que tiene la mujer hoy en día en el ámbito de la ingeniería?

Aunque en las últimas décadas ha ido incrementando de forma progresiva el número de mujeres en las escuelas universitarias de ingeniería, a día de hoy estamos aún muy lejos de alcanzar las cotas normales que deberían existir en una sociedad igualitaria. Las mujeres en la ciencia y la tecnología podemos alcanzar "al menos" el mismo nivel que los hombres, no hay ningún argumento científico que demuestre lo contrario.

En su caso, ¿qué le llevó a cursar estudios de ingeniería técnica industrial?

Las materias que más me atraían en el bachillerato eran matemáticas y física, mi inclinación era una carrera de ciencias,

Vicenta Gómez Garrido

pero no me atraía dedicarme a la enseñanza. Cuando cursaba COU, mi profesor de matemáticas me prestó un manual en el que se recogía el contenido de todas las carreras. Eso me ayudó a decidirme por las carreras técnicas.

¿Recuerda cuántas alumnas había en su clase?

Cuando empecé éramos seis mujeres en la escuela, y cuando terminé, siete u ocho.

Las mujeres son mayoría en las Universidades españolas, pero solo representan el 25% de los alumnos de las ramas de ingeniería y arquitectura, según datos del Ministerio de Educación. Sin embargo, las estudiantes sacan mejores notas de media que los chicos en la educación secundaria. ¿Por qué piensa que las chicas no se deciden en mayor medida a estudiar una ingeniería? ¿Es una cuestión de estereotipos sociales, porque se siguen considerando las carreras técnicas más bien como estudios de hombres?

Son varios los motivos, no sabría ordenarlos por orden de importancia, si bien la visión desconocida o equivocada de las tareas profesionales de la ingeniería es muy importante a la hora de descartar esta profesión por las mujeres, sin dejar atrás la creencia, aun en el presente, de que es una profesión de hombres y que las mujeres estamos en desventaja. Además, está la fama de la dificultad para obtener el título en comparación con otras; tampoco debemos descartar un componente de miedo a tener que desarrollar la labor profesional en un mundo donde la gran mayoría son hombres y el temor a las experiencias negativas que ello pudiera acarrear.

¿Qué diría a las jóvenes estudiantes para animarlas a estudiar y dedicarse profesionalmente a la ingeniería?

Les explicaría en qué consiste la ingeniería y lo que hacemos los ingenieros. Les hablaría de las funciones de un ingeniero buscando soluciones a las necesidades sociales, industriales y/o económicas, y de la importancia de la ingeniería para el progreso económico y social. Les diría que analicen lo que les gusta y atrae profesionalmente. Si su opción es la ingeniería, les diría que no tengan miedo, ni a la dificultad para la obtención del título ni a su desarrollo profesional.

En general, ¿cómo cree que ha evolucionado el perfil de los estudiantes de ingeniería en los últimos años? ¿Y en el caso de las mujeres?

El motivo principal que un estudiante tiene para elegir esta profesión, y que no ha cambiado, es la vocación. Donde se está produciendo el cambio más profundo es precisamente en el incremento de la velocidad de los cambios en todos

los campos, y que no deja de aumentar. Cada día se habla más de la cuarta revolución industrial, la industria 4.0, en la que la automatización tendrá un papel muy importante. Los alumnos que hoy llenan las aulas de las escuelas de ingeniería van a ser los protagonistas y los conductores de esta transformación. Respecto a la evolución del perfil de las mujeres que estudian ingeniería, entiendo que no tiene que ser distinto al que ha experimentado el hombre.

¿Costará todavía llegar a una paridad en el ámbito científico-técnico?
Rotundamente sí. No tanto por la incorporación de la mujer a estas profesiones, que va avanzando pasito a paso, como por los obstáculos que siguen existiendo a día de hoy para nuestro desarrollo profesional y para acceder a puestos de alta dirección en las empresas. Esta circunstancia da lugar a que muchas mujeres con capacidades para la ingeniería elijan otras profesiones más asimiladas por la sociedad como "de mujeres".

¿Cómo fue su incorporación al mercado laboral como ingeniera?
Bastante laborioso y desmoralizante, me rechazaron en más de una ocasión para un puesto de trabajo por el hecho de ser mujer, alguna vez de forma más o menos indirecta con la frase: "Ha superado usted las pruebas, pero por razones especiales de la empresa no puede ser admitida su solicitud como válida"; o muy directamente, como cuando después de presentarme en dos ocasiones a la selección en una empresa constructora, un amigo me aconsejó que no volviera a presentarme, pues el jefe de obra había manifestado que mientras él mandara no entraría ninguna mujer en un puesto técnico.

¿Qué puede aportar de especial una mujer a la ingeniería y qué cualidades son las que más valoran las empresas?
La mujer puede aportar a la ingeniería lo mismo que aporta el hombre; en principio no tiene que haber ninguna diferencia entre uno y otra. Lo que no debemos hacer nunca las mujeres es intentar competir con los hombres imitando comportamientos puramente masculinos. Por el contrario, debemos aplicar nuestros propios roles y perspectivas. Lo ideal sería que mujeres y hombres reconozcamos mutuamente la importancia que el otro tiene para la sociedad, en cualquier ámbito; no por ser mujeres los logros son mayores o menores que los de un hombre, pero sí deberían ser igual de reconocidos.

¿Cree que una mujer tiene más complicaciones que un hombre para llegar a un alto cargo?
Es una realidad en la sociedad actual. Solo tenemos que observar los consejos de dirección de las empresas y quién ocupa los puestos directivos. A lo largo de mi trayectoria profesional, he asistido a un sinfín de reuniones y foros de trabajo en los que las mujeres somos la excepción. El "techo de cristal" está ahí, es difícil de traspasar y nos impide seguir avanzando. No existen leyes ni dispositivos sociales establecidos ni códigos que impongan estas limitaciones. Los motivos son muy complejos, gran parte de la discriminación no se percibe directamente, por lo que es complicado de analizar y demostrar. Esperemos que en un futuro las nuevas generaciones no se encuentren con obstáculos adicionales por razón de su sexo.

¿Qué responsabilidades desempeña en la actualidad?
Trabajo en la Junta de Extremadura, como jefa de sección de ahorro energético. Mi trabajo consiste en diseñar y gestionar las ayudas de la comunidad autónoma en todo lo relacionado con el ahorro y la eficiencia energética, así como las instalaciones de producción de energías renovables para consumo propio en los sectores industrial y de servicios.

Como mujer ingeniera, ¿tiene alguna anécdota que nos pueda contar que le haya ocurrido en el desempeño de su trabajo?
Muchas y muy variadas, algunas positivas y muchas negativas. Durante varios años, parte de mi trabajo consistía en realizar inspecciones y comprobaciones de las instalaciones industriales, y es en esta parte quizás donde las anécdotas han sido más frecuentes. Han sido no pocas las veces que tenía que mostrar mi acreditación para que el propietario de la instalación se convenciera que era inspectora de industria. Pero, sin duda, lo que más me ha molestado es cuando quien tenía delante era una mujer, como cuando llegó una preguntando por un técnico para hacer una consulta, y al preguntarle "¿dígame, qué es lo que desea?", respondió: "No, si yo con quien quiero hablar es con un técnico", al volver a preguntarle y decirle que yo era técnico soltó una carcajada. En el aspecto positivo, quizás destacar la acogida entre el colectivo de instaladores. Un año me concedieron el premio naranja, lo cual me hizo mucha ilusión; aunque me consta que algunos rehuían que yo realizara la inspección de sus instalaciones (decían que era muy estricta).

¿Qué es lo que más le gusta de su profesión y de su trabajo?
Si tuviera que responder con una palabra, de la profesión diría la "diversidad", diversidad de campos de actuación, de materias, de fines y objetivos. Somos, como dice un compañero, "todoterreno", podemos diseñar, construir y mantener industrias e instalaciones industriales de todo tipo, dirigir empresas, optimizar procesos productivos ahorrando costes y energía, planificamos procesos y organizamos actividades, enseñamos a los futuros profesionales.

Como decana del Colegio de Badajoz, ¿cómo ve la situación actual de los profesionales colegiados y cómo se les puede ayudar desde el colegio?
Si bien se ha producido cierto repunte en los últimos meses, no se alcanzan los niveles de actividad económica anteriores a la crisis, por lo que se puede definir la situación como difícil. Con ello, se ha incrementado el número de compañeros que se encuentran en situación de desempleo; son muchos, sobre todo los jóvenes, los que deciden probar suerte en otro país, incluso algunos, obligados por las circunstancias, están trabajando en actividades muy distintas de las que son propias a la ingeniería. Desde el colegio se están llevando a cabo varias medidas y actuaciones para ayudar y solventar en la medida de lo posible estas circunstancias.

¿Cuáles son sus próximos proyectos?
El más inmediato es sobre los derechos de visado. Queremos proponer una reducción, sobre todo para aquellos trabajos de bajo presupuesto, y que a nuestros compañeros les puede resultar poco competitivo proponer el visado. Estamos trabajando de forma constante en la defensa de nuestras atribuciones ante las distintas Administraciones, con un protocolo de actuación para estas circunstancias. También nos hemos marcado como objetivo buscar líneas de colaboración con la Administración, que faciliten la labor de nuestros compañeros a la hora de presentar documentación y obtener autorizaciones.

María del Mar Castellón García

Responsable de Departamento de Proyectos y de Sistema de Gestión Integral y miembro de la Junta de Gobierno de Cogitiar

"La ingeniería no tiene género y es una profesión compleja que exige estar siempre a la vanguardia"

Mónica Ramírez

María del Mar Castellón García, ingeniera mecánica, es un claro ejemplo de mujer luchadora y con una gran capacidad de trabajo que, sin duda, le ha ayudado a mantenerse activa y poder compaginar su profesión, como responsable en el departamento técnico de una empresa dedicada a la ingeniería y la climatización (Incliza S.L), con su labor en la junta de gobierno del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Aragón (Cogitiar), en la que es vocal, y con una extensa formación en una gran diversidad de ámbitos, entre los que se puede destacar el de la gestión energética.

María del Mar Castellón García.

¿Por qué decidió estudiar ingeniería técnica industrial?

No fue un motivo, sino un conjunto de todos ellos. La tasa de empleo era muy alta y las salidas profesionales, muy amplias: trabajar en la Administración, como docente, en la industria o en el ejercicio libre de la profesión. Todos estos motivos siguen vigentes en la actualidad.

¿Cómo fueron sus inicios en el mundo laboral? ¿En qué momento se encuentra profesionalmente?

Mi incorporación al mundo laboral fue inmediata, en una empresa de servicios, y en menos de un año pasé a formar parte de la empresa, en la que hoy todavía estoy y donde era la única ingeniera. El trabajo fue duro pero muy gratificante. Simultáneamente, lo compaginaba dando clases en una academia donde impartía clases de Seguridad Industrial. Con el tiempo, la empresa fue creciendo y se fueron creando diferentes líneas de negocio. Actualmente, sobre mi mesa, está el proyecto de ampliación de la oficina técnica para duplicar nuestra capacidad actual.

¿Le ha costado mucho esfuerzo conciliar la vida familiar y laboral?

No queda mucho tiempo libre entre la familia y la empresa, pero además es necesario sacar tiempo para la formación, muy importante en todas las profesiones, pero en esta en concreto más. Sufrimos constantes cambios legislativos y tecnológicos, y siempre estoy liada con algún curso o incluso varios a la vez. Reconozco que no es fácil la conciliación.

¿Qué pueden aportar las mujeres, como valor añadido, a la ingeniería?

Hoy podemos ver normal que una ingeniera pueda diseñar y dirigir una obra, pero todavía es difícil aceptar que pueda liderar un proyecto industrial o encabezar una perforación petrolífera. Las mujeres tenemos un grado más alto de disciplina en el trabajo, perseverancia en la consecución de nuestros objetivos, estamos totalmente abiertas a los cambios; en la resolución de conflictos podemos dar soluciones creativas, y constantemente somos muy exigentes y autocríticas, incluso injustamente con nosotras mismas.

Como miembro de la junta de gobierno del Colegio de Aragón, ¿cómo ve la situación actual y las perspectivas de futuro de las colegiadas?

La junta está compuesta por profesionales de diferentes ámbitos, y trabajamos diariamente para mejorar y ampliar los servicios que ofrecemos. La ingeniería no tiene género, no es de hombres ni de mujeres. Es una profesión compleja y exigente, tenemos que estar siempre a la vanguardia del sector en el que trabajemos, pero es igual de compleja y exigente que puedan ser otras profesiones en las que históricamente hay más mujeres que hombres.

¿Desde el colegio se ha llevado a cabo o está prevista alguna actuación para fomentar las vocaciones técnicas por parte de las mujeres?

Desde el colegio nos hemos hecho eco de la iniciativa "Una ingeniera en cada cole", organizada por la Asociación de Mujeres Investigadoras y Tecnólogas en Aragón, www.amites.org, divulgándolo a todas las colegiadas. Un total de 40 ingenieras visitaron 20 centros educativos de todo Aragón. Explicaban qué es la ingeniería a mil estudiantes de primaria. En la segunda edición hay más de 100 voluntarias. El reto ahora es alcanzar los 400 colegios. Los talleres los dan ingenieras y tecnólogas, de manera que los jóvenes tengan referentes y modelos femeninos en estas áreas. Estamos planificando realizar "Un café entre ingenieras".

¿Qué diría a las alumnas de educación secundaria para animarlas a estudiar una ingeniería?

Por un momento, que cerraran los ojos y que pensaran, en un objeto, en un alimento, en cualquier proceso productivo que se les ocurra, o en un medio de transporte. Si analizamos cualquier producto-servicio en su ciclo de vida, en algún momento ha podido intervenir un ingeniero, ¿y por qué no, una ingeniera? Esa podrías ser tú. El mundo es ingeniería. Las posibilidades son infinitas, anímate y estudia Ingeniería.

María Isabel Vidal Cerezo

La primera colegiada de Sevilla

"En mis visitas de obra los trabajadores me observaban sorprendidos, pero no sufrí discriminación profesional"

Mónica Ramírez

El nombre de Mª María Isabel Vidal Cerezo quedará grabado para siempre en la historia del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la rama industrial, Ingenieros Técnicos Industriales y Peritos Industriales de Sevilla, al tratarse de su primera colegiada. Vallisoletana de nacimiento, pero sevillana de adopción, recuerda que fueron sus antecedentes familiares los que le llevaron a estudiar una ingeniería.

En 1957, comenzó sus estudios en la Escuela Técnica de Peritos Industriales de Valladolid, junto a su hermano, donde cursó los dos primeros años, pero debido al cambio de la residencia familiar, los finalizó en la escuela de Sevilla. Ambos se graduaron en la especialidad Mecánica en 1962, cuando comenzó su trayectoria profesional en OTAISA (Oficina Técnica de Arquitectura e Ingeniería), realizando cálculo de estructuras. Años más tarde, hizo un paréntesis en su actividad profesional para cursar estudios en la facultad de bellas artes, donde se licenció en 1987, en la especialidad de diseño gráfico y grabado. Un poco antes, en el verano de 1986, ya había retomado su actividad profesional, ya que a través del Instituto Nacional de Empleo accedió a un puesto en la Oficina Técnica de Actividades Industriales, hoy en día Servicio de Protección Ambiental, del Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Sevilla. El siguiente paso fue el de aprobar una oposición para la provisión de plazas destinadas a ingenieros técnicos industriales en el consistorio sevillano. El nombramiento de Mª Isabel como funcionaria se produjo en 1990, cargo que ejerció hasta el momento de su jubilación.

¿Por qué decidió estudiar la carrera de perito industrial?

Mi padre me matriculó en una academia de dibujo técnico para preparar el ingreso en la escuela, con la condición de que si no me gustaba podría elegir otras opciones; pero me gustó. El interés de mi progenitor era que mi hermano y yo siguiésemos con la fabricación de maquinaria agrícola en la empresa que había creado su padre en 1885, actividad que continuaron mi padre, cuando finalizó su ingeniería, y su hermano en las tareas administrativas.

María Isabel Vidal Cerezo.

¿Cómo recuerda sus inicios cuando comenzó a ejercer como ingeniera, a principios de la década de 1960, especialmente en un ámbito copado principalmente por hombres?

Al igual que en la escuela, en la empresa causó entonces expectación la presencia de una mujer técnica. Me agradó mucho el cálculo de estructuras, y si tenía que visitar alguna obra o instalaciones, los trabajadores me observaban muy sorprendidos, pero nunca sufrí discriminación profesional, ni en términos económicos, ni humanos.

¿Piensa que ha cambiado mucho la situación desde entonces?

Ya lo creo. Siempre para mejor. La sociedad ha evolucionado favorablemente y hoy en día la mujer actúa en prácticamente todos los campos profesionales a buen nivel y normalmente equiparados a sus colegas masculinos.

¿Qué es lo que más le gusta de su profesión y de los puestos de responsabilidad que ha desempeñado a lo largo de su vida profesional?

He tenido siempre como máxima ajustarme a la normativa y leyes vigentes. Los diversos campos en los que los proyectos se desarrollan, dan lugar a un aprendizaje que redunda en un grado de conocimientos muy amplio, con un enriquecimiento profesional y personal importantes. En los cargos que he desarrollado, en general, me he sentido bien. Quizá el cálculo de estructuras fue para mí de gran trascendencia.

¿Cómo pueden ayudar los colegios profesionales a sus colegiados en el desarrollo de su profesión?

Las labores que realizan son notables, además de protectoras. De entre ellos, la organización de cursos, conferencias, contactos entre los colegiados, la defensa de sus intereses, la actualización de nuevas técnicas, etc., en definitiva, ponerse al día. También me parecen interesantes las visitas culturales, las celebraciones, los viajes... Son buenos para contactar con otros colegiados.

Echando la vista atrás, ¿qué balance haría de todo lo vivido hasta ahora y qué consejos les daría a las nuevas generaciones de ingenieras?

Echando la vista atrás el balance es muy positivo. No eliminaría nada de lo pasado. La experiencia adquirida es un valor significativo en la vida profesional. Desde aquí animo a las generaciones venideras a que dirijan sus pasos hacia la ingeniería, la creación y el diseño industrial, campos todos con futuro y buenas perspectivas.

Sara Gómez Martín

Directora del proyecto 'Mujer e Ingeniería' de la Real Academia de Ingeniería

"Las grandes ingenieras son más visibles y muestran que es posible romper los techos de cristal"

Mónica Ramírez

Doctora ingeniera por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), ha desarrollado su carrera profesional en compañías privadas einstituciones públicas. Desde su incorporación a tiempo completo en la citada universidad, ha compatibilizado su labor docente e investigadora en el área de conocimientos de mecánica de los medios continuos y teoría de estructuras, con la realización de informes y proyectos a través de la Oficina de Transferencia Tecnológica de la Institución (OTT). Actualmente es la directora del Grupo de Investigación Diseño y Tecnología Industrial. Entre los cargos que ha ocupado, destacan el de gerente de la Real Academia de Ingeniería, de 2000 a 2004; directora de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial (ETSIDI), de la UPM, de 2008 a 2012, y vicerrectora de la UPM, de 2012 a 2016. Además, desde julio de 2016 es consejera de la Real Academia de Ingeniería y directora del proyecto *Mujer e Ingeniería de la RAI*. En 2008 fue incluida en la publicación *Who's Who in The World* en el área de ingeniería.

¿En qué consiste el proyecto *Mujer e Ingeniería* y con qué apoyos cuenta?

Hay más mujeres que hombres cursando estudios universitarios en nuestro país, en torno al 54 % y, sin embargo, el número de mujeres que cursan estudios de ingeniería es del 23% aproximadamente. En los últimos 12 años hemos perdido alrededor del 22% de estudiantes en ingeniería, sin distinción de sexo; este dato es bastante común a muchos países de nuestro entorno y es francamente preocupante. Es decir, existen dos problemas concatenados, la pérdida de vocaciones en ingeniería en general y entre las mujeres en particular. La ingeniería, una de las profesiones más demandadas y valoradas, no puede tener un porcentaje tan bajo de mujeres ni seguir teniendo una imagen tan masculina. Este mundo global, cada vez más tecnificado y en el que el razonamiento técnico y científico no está lo suficientemente valorado, no puede dejarnos fuera. Al contrario, debemos ser protagonistas del futuro. Con esta intención nace el proyecto *Mujer e Ingeniería* de la Real Academia de Ingeniería, nuestro reto y nuestro objetivo es revertir esta situación fomentando el talento femenino en el área STEM (*Science, Technolgy, Engineering and Mathematics*), o STEAM (añadiendo la A de *Arts*).Con esta iniciativa queremos animar a las niñas y jóvenes a estudiar carreras de ingeniería y estudios relacionados con el sector tecnológico, para paliar la falta de profesionales en este ámbito. Contamos con un buen número de empresas, Administraciones e instituciones.

'Mujer e Ingeniería'

El proyecto *Mujer e Ingeniería* nace en octubre de 2016, fruto de la preocupación de la Real Academia de Ingeniería por la escasez de mujeres en este ámbito y en el de la tecnología, con el desaprovechamiento implícito de su potencial creativo, clave para la innovación y el desarrollo de nuestras empresas y la sociedad, en general. Para la Real Academia era prioritario coordinar una acción estratégica con el fin de atajar la "brecha de género" en ingeniería. Con este paso al frente, se persigue otorgar visibilidad a las profesionales de dicho ámbito y ayudarles a saltar de su "techo de cristal". El objetivo del proyecto, por lo tanto, es motivar e interesar a niñas y adolescentes, fomentando las vocaciones en los denominados estudios STEM (disciplinas académicas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), de forma que se favorezca la incorporación de más mujeres a las distintas especialidades profesionales relacionadas con la ingeniería y el desarrollo de su recorrido profesional hasta alcanzar puestos de responsabilidad. El proyecto Mujer e Ingeniería cuenta también con la colaboración del Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial de España (Cogiti).

¿Qué actuaciones están llevando a cabo dentro del proyecto para apoyar a las alumnas en los primeros años de carrera y cuando ya han finalizado?

El primer programa que pusimos en marcha, en diciembre de 2016, fue el *mentoring* con el compromiso y la implicación de dos universidades madrileñas, la Politécnica y la Carlos III, en dos niveles: uno de acompañamiento a las mujeres que empiezan sus estudios y, el otro, para las que están a punto de concluirlos. En su primera edición participaron 60 estudiantes (como *mentees*) a punto de finalizar sus estudios en ingeniería, que han sido *mentorizadas* por 48 profesionales pertenecientes a la Asociación Española de Ejecutivas y Consejeras (EJE&CON) y la red de Mentoring de España. A finales de junio de 2017 y, dado el éxito de la primera, se iniciaba la segunda edición del programa de *mentoring*, en un acto en el que 18 mentoras de Telefónica, con perfiles profesionales excelentes y que ocupan puestos de alta responsabilidad, tuvieron su primer contacto con 18 *mentees*. En este momento el alcance de la segunda edición se extiende a 120 *mentees*. En el otro nivel, 16 estudiantes de los últimos cursos de ingeniería, en diversas especialidades, han realizado su labor de tutoría y monitorización con estudiantes de primeros cursos. Además, como reconocimiento de este trabajo, han recibido una beca de la Fundación Caja de Ingenieros, cuyo presidente, Josep Oriol, se desplazó a la sede de la Real Academia para hacer patente su apoyo personal e institucional al proyecto y entregar a las estudiantes sus becas. El 22

Sara Gómez Martín

de junio de 2017, tuvo lugar en la sede de la academia el primer encuentro de lo que hemos denominado *Diálogos Mujer e Ingeniería*. Como indica el nombre, se trata de un diálogo entre altas directivas sénior de empresas vinculadas con la ingeniería y estudiantes a punto de finalizar el grado o el posgrado en ingeniería. Contamos con un conductor de lujo, Moisés Rodríguez, subdirector del Canal 24 Horas de RTVE. Las tres primeras directivas fueron Cristina Álvarez, directora de Desarrollo de Servicios y Sistemas y CIO de Telefónica España; María Teresa Busto, directora de la Factoría de Illescas, de Airbus Operations SL, y Blanca Losada, directora de Ingeniería e Innovación Tecnológica, de Gas Natural Fenosa. El 30 de enero de este año, en la sede de Gas Natural Fenosa de Madrid, se hizo la segunda edición. El evento fue inaugurado por Rosa María Sanz, directora general de Recursos de la compañía. Estuvo conducido por Manuel Seara, director del programa de RNE *A hombros de gigantes*, y contamos con la presencia de María Benjumea, fundadora y CEO de Spain Startup; Eduardo Gil, presidente para Europa de Praxair, y Nuria Oliver, directora de Ciencia y Datos en Vodafone, y *chef data scientist* en Data-por Alliance.

¿Qué balance hace del proyecto desde su inicio en octubre de 2016?

Con todas estas iniciativas hemos conseguido que las grandes profesionales en el mundo de la ingeniería sean más visibles y sirvan como referente y testimonio de que es posible alcanzar puestos de alta responsabilidad y romper los techos de cristal. Iniciamos, también, acciones con otros grupos de interés: colegios e institutos, profesores de primaria, secundaria y, sobre todo, con los estudiantes de estos niveles. Durante los últimos seis meses del año pasado, realizamos visitas a múltiples colegios e institutos, para mostrarles lo que hacemos los ingenieros, porque entendemos que esta es una de las razones por las que los niños y niñas no eligen estos estudios. Además, en colaboración con el aula taller Museo de la Matemática de la UPM, también hemos realizado talleres para fomentar la cultura matemática y ayudar a revertir el escaso éxito o la mala fama que tiene esta materia entre nuestros niños y jóvenes. Hemos tenido y seguimos teniendo innumerables reuniones y encuentros con instituciones, empresas y sociedad en general, para implicarles en el proyecto y hacerles ver la necesidad de que trabajemos juntos con este propósito hasta conseguir que estos estudios sean atractivos para niñas y adolescentes. Este proyecto arranca en la Comunidad de Madrid, pero dado el ámbito nacional de la Real Academia de Ingeniería, lo estamos trasladando al resto de las comunidades autónomas con una acogida estupenda. Así, en 2017, firmamos acuerdos de colaboración con la Universidad de Valladolid, la primera que ha implementado el proyecto fuera de la Comunidad de Madrid, y con los consejos sociales de las cuatro universidades politécnicas de España. Hemos creado la llamada MIComunidad (la comunidad M&I), para que sirva de instrumento y plataforma para seguir desarrollando el proyecto y aumentar el número de mujeres y hombres que se implican con nosotros. Por último, durante 2017 trabajamos en nuevas iniciativas. Una de las que más nos ilusiona es el programa TECHMI, que presentamos el pasado día 18 de enero y que ya tenemos en marcha.

En líneas generales, ¿a qué piensa que se debe la brecha de género en el ámbito de la ingeniería?

El 63% de los españoles piensa que las mujeres no servimos como científicas de alto nivel. Esta encuesta se presentó en la sede del CSIC, en septiembre de 2015, la realizó la Fundación L'Oréal. Si incluimos al resto de los países consultados (Francia, Alemania, Italia y Reino Unido), el porcentaje se eleva hasta el 67%. Muchos encuestados opinan que a las mujeres nos falta interés por la ciencia, perseverancia, espíritu racional, sentido práctico y capacidad de análisis, entre otras cosas. Algunos expertos hablan de factores de impacto, como el efecto Dunning-Kruger y el sesgo positivo (evaluar nuestras propias habilidades). Así, las personas con poco conocimiento y habilidades, sobreestiman sus propias capacidades. Las que tienen más conocimientos y habilidades se infravaloran de forma inconsciente. Investigadores de la Universidad A&M de Texas y de la de Washington han abordado el denominado sesgo positivo, en su parte empírica. Las mujeres tendían a evaluar sus pruebas de matemáticas con criterios muy objetivos; sin embargo, los hombres consideraban que lo habían hecho mucho mejor de lo que en realidad les había salido. También hablan del *efecto Pigmalión* y el *efecto Golem*; el primero tiene que ver con cómo las expectativas que tenemos sobre la valía de una persona la incitan a actuar conforme a dichas expectativas. El famoso experimento de Rosenthal y Jacobson, en la década de 1960, relativo a la importancia de las expectativas de los profesores con relación al rendimiento de sus alumnos. Este efecto puede ser positivo o negativo.

¿Cuáles pueden ser los motivos que llevan a las alumnas que finalizan la educación secundaria a decantarse en mayor medida por carreras diferentes de las técnicas, a pesar de tener una gran demanda en el mercado laboral?

Cuando uno lee las cosas que he citado anteriormente, empieza a ser consciente

del alcance y de la complejidad del problema, lo que hace también compleja la solución. Está tan arraigado en la sociedad, que son muchas las razones que nos han llevado a esta situación. Sorprende el gran desconocimiento que hay en la sociedad en general y en los niños y jóvenes, en particular, de lo que hacemos los ingenieros, además de la idea de que estos estudios son difíciles y no tienen un retorno en el desarrollo profesional acorde con este grado de dificultad. La mala aceptación de materias como las matemáticas y la física (imprescindibles para cursar una ingeniería), desde edades tempranas, hace que no se planteen realizar este tipo de estudios. No se visibiliza la vertiente social de la ingeniería, es decir, no se sabe lo que aporta la ingeniería al desarrollo social y económico de la sociedad, ni cómo la ingeniería mejora el nivel y la calidad de vida de las personas. A todo ello hay que añadir que los niños y jóvenes no conocen a las grandes figuras de la ciencia, la tecnología y la ingeniería. En especial, no conocen los referentes femeninos en estas materias.

¿Queda todavía mucho camino por recorrer para alcanzar los objetivos que se han marcado?

Absolutamente, países de nuestro entorno han puesto iniciativas de este tipo en marcha desde hace muchos años. Este es un problema cuya solución es a medio y largo plazo. Si empezamos ahora a actuar en los primeros niveles de la educación (primaria o los primeros años de secundaria), empezaremos a tener resultado dentro de 15 años como mínimo.

A nivel institucional y gubernativo, ¿piensa que se deberían estar adoptando más medidas para intentar atajar esta situación?

La solución pasa por que se tomen medidas de mucho alcance. Es imprescindible que se haga el tan manido "pacto de la educación". Llevamos tantos años esperando que se alcance, que algunos somos escépticos. En el Día Mundial de la Ciencia para la Paz y el Desarrollo, Irina Bokova, directora general de la Unesco, se refería a la Agenda 2030, que plasma una nueva visión de la humanidad, del planeta y de la paz para los próximos años. Decía que la ciencia y la tecnología ocupan el lugar central y son la mejor palanca de transformación positiva y multiplicadora de desarrollo. El *I Informe internacional sobre el estado de la ingeniería* tiene por título Ingeniería: temas, problemas y oportunidades para el desarrollo. Lo publicó la UNESCO, en 2015, por ser el año límite fijado para alcanzar los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) de Naciones Unidas y está elaborado con la colaboración de más de 120 especialistas en ingeniería del mundo. Este informe se ha centrado en las aportaciones de la ingeniería al desarrollo humano, social y económico, pero fundamentalmente se destaca en él la preocupante escasez de ingenieros en el mundo. En el prefacio de este informe, Irina Bokova dice que la ingeniería y la tecnología han transformado el mundo en que vivimos. El informe pone de relieve la creciente demanda de competencias en ingeniería. Se estima, por ejemplo, que tan solo en los países del África Subsahariana se necesitarían 2,5 millones de ingenieros y técnicos para alcanzar la meta de los ODM, relativa al acceso al agua potable y los servicios de saneamiento. Por otra parte, los expertos prevén que el valor del mercado mundial relacionado con la búsqueda de soluciones para atenuar el cambio climático, fabricación de productos con bajo consumo de combustible fósil y establecimiento de sistemas de energías renovables, alcanzará pronto la suma de un billón de dólares y seguirá aumentando. Parece evidente que si no se toman medidas estructurales de calado y de forma inmediata, que aumenten el interés de las futuras generaciones por estas materias, nos encontraremos un gravísimo problema que comprometerá el progreso social y económico mundial.

A lo largo de su carrera, ¿se ha encontrado con obstáculos o barreras por el hecho de ser mujer ingeniera? ¿y para llegar a puestos de responsabilidad?

En un artículo para *Scientific American*, Ilana Yurkiewicz explicaba lo difícil que es demostrar un sesgo de género en cualquier ambiente, incluido en la ciencia, porque podemos pensar que somos nosotras las que no tenemos interés por estos campos y elegimos estilos de vida que nos alejan de los puestos de mando y decisión. Afortunadamente, existen estudios que, en mi opinión, sí demuestran este sesgo de género. Cuando ante expedientes idénticos de hombres y mujeres, los resultados son que los de los hombres son evaluados mejor que los que llevaban nombres de mujer, o cuando se nos considera menos preparadas para abordar estudios de este tipo, es evidente que estamos demostrando este sesgo. En mi experiencia personal, sobre todo en la empresa privada pero también en la Universidad, sí me he encontrado en algunas ocasiones trato discriminatorio y dificultades adicionales por el hecho de ser mujer. Existen estudios, a mi juicio bastante serios, que afirman que en determinadas profesiones, tradicionalmente masculinas y en puestos de alta dirección, las mujeres competimos con los hombres, imitando comportamientos puramente masculinos. También es cierto que estos comportamientos están cambiando, y cada vez hay más mujeres orgullosas de serlo y adoptando sus propios roles. Si estos cambios hacen a los hombres salir de su zona de confort, con toda seguridad será una buena noticia para todos, porque es una forma de acabar con esas dificultades absurdas que nos hemos encontrado algunas en nuestro desarrollo profesional. En mi experiencia, he podido contrastar una y otra vez, en cabeza ajena y propia, que las mujeres nos encontramos con algunos obstáculos más que los hombres en el desarrollo de nuestra carrera. Tengo una buena amiga, también ingeniera, que afirma con rotundidad que las mujeres no tenemos que ser buenas, tenemos que ser perfectas porque los errores nos suelen costar más caros que a los hombres. Invito a las lectoras y lectores a que reflexionen sobre esta afirmación y saquen sus propias conclusiones.

¿Qué pueden aportar las ingenieras, como valor añadido, en comparación con los ingenieros?

En mi opinión, la riqueza está en la diversidad porque siempre aporta, enriquece. La diversidad de métodos, procedimientos, formas de hacer, de pensar… El trabajo desarrollado por equipos multidisciplinares, con distintos perfiles, aporta soluciones más ricas y más reales, pero sobre todo creo que la diversidad de género aporta el valor de que representa a la realidad social. Soy una convencida de que compartir proyectos y objetivos con personas que piensan diferente es imprescindible para encontrar las mejores soluciones.

En su caso, ¿estudiar ingeniería fue completamente vocacional?

Hubo dos razones principalmente: tuve unos profesores de matemáticas y de física excepcionales, y un poco de rebeldía, porque me presentaron la ingeniería como una profesión masculina y no entendía ni compartía los argumentos que me dieron para mantener tal afirmación. Esta rebeldía me hizo indagar acerca de los que hacían los ingenieros y me pareció mágico.

LOS ÁNGELES

>> Dassault Systèmes lanza 3D Experience Marketplace, el 'Amazon' de la ingeniería

En la XX edición del congreso anual Solidworks World, celebrada en Los Ángeles (Estados Unidos) del 4 al 7 de febrero de 2018, la multinacional francesa Dassault Systems, propietaria de SolidWorks, ha anunciado el lanzamiento oficial de Marketplace, una plataforma de comercio *online* en la que las empresas de ingeniería pueden colaborar con otras industrias y proveedores, ofreciendo sus productos y servicios. Este nuevo ecosistema en la nube está abierto a todas las empresas de diseño digital, ingeniería y operaciones industriales, y pretende transformar el mundo industrial de la misma manera que Amazon, la tienda más grande del mundo, ha transformado la venta directa a los consumidores de todo el mundo.

En esta plataforma de comercio, las empresas que buscan identificar nuevos proveedores de servicios de fabricación –incluyendo la impresión 3D– pueden incluir componentes específicos dentro de su entorno de diseño o gestionan su ecosistema de proveedores de servicios y recursos internos, así como acceder a la fabricación bajo demanda y a servicios inteligentes de suministro de partes. La plataforma hay ya 50 fabricantes digitales con más de 500 máquinas y 30 millones de componentes de 600 proveedores. Esto también permitirá llevar a cabo todos tipo de transacciones entre vendedor y comprador, como pagos, divisas y facturación, y proporciona un registro de cada transacción para su completa trazabilidad.

"El renacimiento de la industria de hoy se extiende a través de la digitalización para emerger con nuevos participantes y nuevas categorías de soluciones, procesos y servicios que priorizan la innovación sostenible sobre la productividad", ha señalado Bernard Charlès, vicepresidente y CEO de Dassault Systèmes. "Basado en la plataforma 3D Experience, el Marketplace transforma la cadena de producción en una cadena de valor: una iniciativa única, virtual, social, que abre camino a una nueva manera de hacer negocio, innovar y crear valor en la industria. Las plataformas y *marketplaces online* han transformado los servicios de venta minorista, transporte y hostelería. El mundo industrial es el siguiente."

MÁLAGA

>> La primera mesa industrial de Matelec aborda la sostenibilidad y conectividad en la industria

El pasado 6 de marzo tuvo lugar en Málaga la primera cita de las Mesas industriales de Matelec, un ciclo de encuentros cuyas primeras conclusiones revelan que el impacto del Internet de las Cosas (IoT), con la previsión de millones de dispositivos conectados en industrias y edificios en los próximos años, provocará una suerte de darwinismo tecnológico, ya que las empresas que no se adapten –sean instaladoras, distribuidores, fabricantes o de otro perfil– perderán competitividad, se quedarán atrás y desaparecerán. Estas mesas industriales se inscriben en la próxima edición de las ferias Matelec Industry y Matelec, que se celebrarán en la Feria de Madrid, del 13 al 16 de noviembre próximos.

La transformación digital que implican todas estas tecnologías abre un escenario nuevo, que ya es una realidad, pero en el que será muy necesario contar con un asesoramiento especializado. Prácticamente todos los participantes en esta jornada afirmaron que la colaboración y las sinergias entre todos los agentes del mercado será fundamental para implantar soluciones de IoT y de conectividad, una implantación que tendrá que ser progresiva, por capas; cada eslabón de la cadena deberá aportar valor añadido.

En esta jornada, que reunió a una docena de representantes de distintos estamentos del mercado, desde empresas instaladoras y el canal de la distribución, hasta fabricantes y profesionales de la prescripción como ingenieros técnicos industriales y empresas de servicios energéticos, entre otros, se puso de manifiesto que el instalador se revela como un actor esencial en esta cadena dada su cercanía al cliente final, incluyendo las pequeñas y medianas industrias, pero la empresa instaladora debe aumentar y mejorar su formación en este ámbito y, además, perder el miedo a trabajar con estas nuevas tecnologías, pues se abren numerosas oportunidades de negocio; si bien reconocen que la velocidad de los cambios es vertiginosa.

Santiago Díez, director comercial de Matelec y Matelec Industry, hizo hincapié en que estas ferias, enmarcadas en el paraguas de ePower & Building, "están concebidas por y para el sector". En concreto, "Matelec Industry pretende dar respuesta a la necesidad de hablar y conocer estas soluciones de IoT y la Industria 4.0" y llegar también a la pequeña y mediana industria.

Participantes en la mesa industrial de Matelec y Matelec Industry.

Comportamiento a 'creep' de la aleación AZ-91 e influencia del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$

Behaviour to creep of alloy AZ-91 and influence of intermetal compound Al_{12} Mg_{17}

David Cárdenas-Gonzalo[1], José Antonio Fernández-Vadillo[1]

Resumen

Las aleaciones de magnesio, debido a la excelente relación entre sus características mecánicas y su peso, han despertado un gran interés, fundamentalmente en el sector de automoción. La aleación AZ91 es muy utilizada, aunque sus características mecánicas son limitadas. En este trabajo se ha estudiado la mejora de estas características mecánicas y la dificultad que tiene para soportar la termofluencia o *creep* por encima de 150 °C. Por otro lado, las conclusiones obtenidas en este artículo muestran que el compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$ formado en esta aleación, lejos de beneficiarla, empeora el comportamiento a creep y aumenta su fragilidad. Con el objeto de mejorar dichas propiedades, se ha comprobado que ciertas cantidades de antimonio (0,5%) y de silicio (0,5%) en la aleación AZ-91 mejoran el comportamiento a fluencia o creep a 150 °C de esta aleación. Esto no se puede asegurar por encima de 200 °C. Por lo queda demostrado que la temperatura de trabajo de la aleación AZ-91 no debe superar los 150 °C para conservar unas propiedades mecánicas aceptables.

Palabras clave

Diagramas de equilibrio, elementos aleantes Al, Zn, Si, características mecánicas, magnesio, termofluencia.

Abstract

Magnesium alloys, due to the excellent relationship between their mechanical properties and weight, have aroused great interest, mainly in the automotive sector. The AZ91 alloy is widely used, but their mechanical properties are limited. In this paper we study the improvement of these characteristics and the difficulty to withstand creep or creep above 150 ºC.

On the other hand, the conclusions obtained in this article, show that the intermetallic compound $Al_{12}Mg_{17}$ formed by this alloy, far from benefiting it, significantly damages its mechanical properties. In order to improve these properties, it has been found that certain amounts of antimony (0.5%) and silicon (0.5%) in AZ-91 alloy improve the creep tests at 150 ºC of this alloy. This cannot be guaranteed above 200 ºC. It has been shown that the working temperature of the AZ-91 alloy should not exceed 150 ºC to maintain acceptable mechanical properties.

Keywords

Equilibrium diagrams, magnesium alloy elements Al, Zn, Si, mechanical characteristics, magnesium, creep.

Recibido / *received*: 20.07.2017. Aceptado / *accepted*: 16.02.2018.

[1]Universidad de Burgos, Avenida Cantabria s/n, 09006 Burgos, España.
*Autor para correspondencia / *corresponding author*: David Cárdenas-Gonzalo (dcardenas@ubu.es).

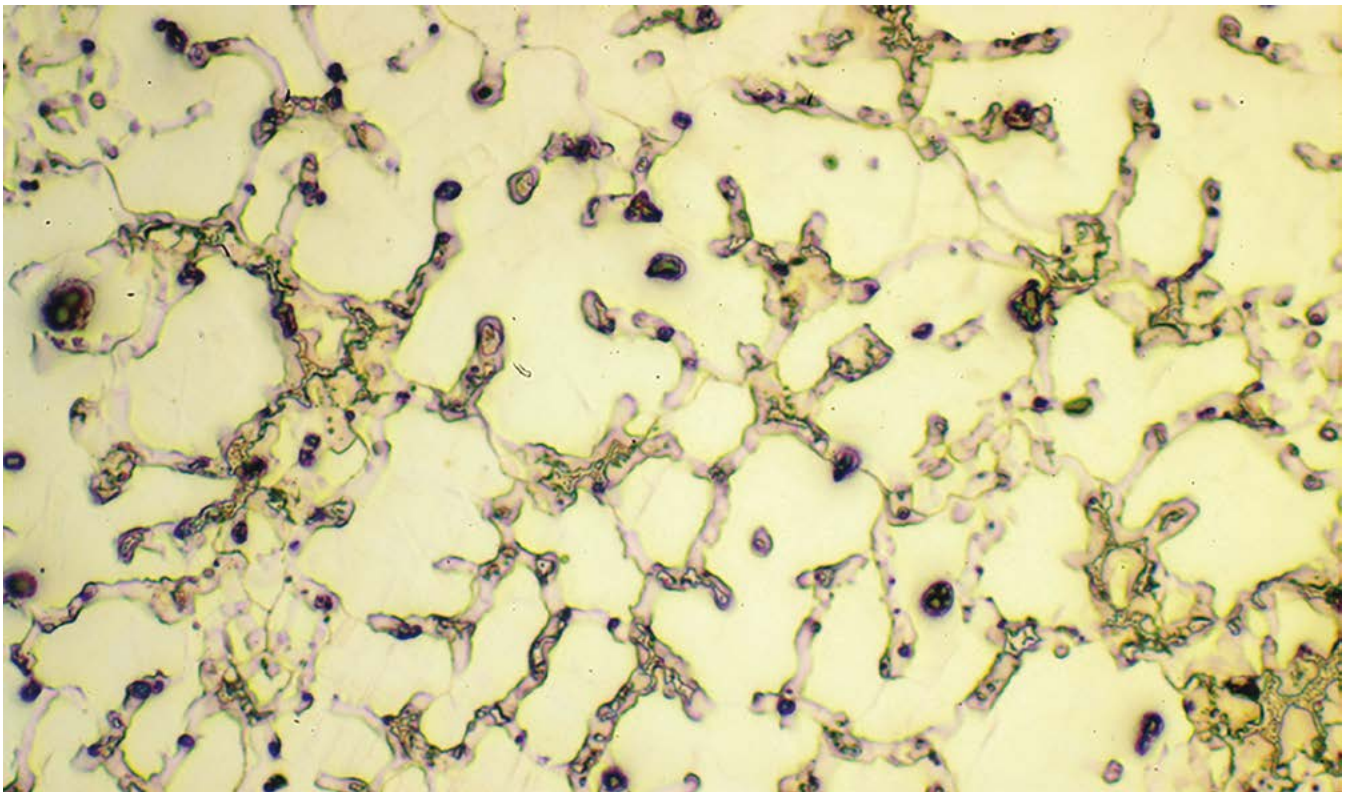


Foto: facilitada por los autores.

Introducción

Este artículo tiene por finalidad estudiar y caracterizar las aleaciones de magnesio, especialmente la AZ91, que es la de uso más generalizado. Se explica la problemática del magnesio y sus aleaciones y sus posibles mejoras para su utilización.

El magnesio es un elemento metálico que se descubrió y aisló tarde (a principios del siglo XIX). Aunque se ha considerado en ocasiones un metal estratégico, su empleo ha sido muy alternante en el tiempo. Sin embargo, en los últimos 30 años está generando un gran interés, fundamentalmente en la industria aeronáutica y en la automoción, y debido en gran medida a su alta relación resistencia/densidad. La industria del automóvil está sometida a una trepidante competencia, lo que la obliga a una constante innovación, y entre sus muchos objetivos están el máximo aprovechamiento del espacio y la reducción del peso.

Varios estudios, entre ellos los de Muñoz Marza et al. (2010), relacionan la reducción de peso con el consumo de combustible, por lo que se puede considerar que por cada 100 kg de reducción de peso en un utilitario medio, se reduce el consumo entre un 5% y un 7% en su vida útil. No obstante, el magnesio es un elemento muy reactivo, en forma de polvo, y en contacto con el agua, genera hidrógeno, que es deflagrante. También nuevas formas de procesado como el moldeado tixotrópico y distintos tratamientos de precipitación y maduración han contribuido a la mejora general de estas aleaciones.

Las aleaciones de magnesio, debido a la baja densidad que tiene este metal, (1,738 gr/cm^3), presentan la mejor relación de todas las aleaciones metálicas existentes, entre sus características mecánicas y su peso.

Por otro lado, gran parte de la información sobre la estructura cristalina y las propiedades termodinámicas del magnesio puro son el resultado de la evaluación realizada por autores como Okamoto (1988). La estructura cristalina del magnesio puro a presión atmosférica es hexagonal compacta. El cristal elemental, sus ejes principales y algunos planos cristalográficos se muestran en la figuras 1a y 1b. Autores como Pérez-Albuerne et al. (1966) consideraban que podría existir una fase doble hexagonal compacta según sus datos de rayos X y a los datos de resistividad eléctrica de Stager y Drickamer (1963). Sin embargo, no hay confirmación de la existencia del magnesio II hasta la fecha. Las características

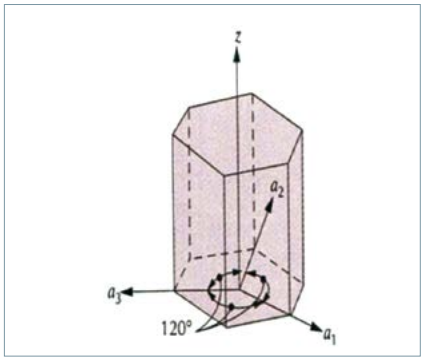


Figura 1a. Cristal hexagonal del Mg.

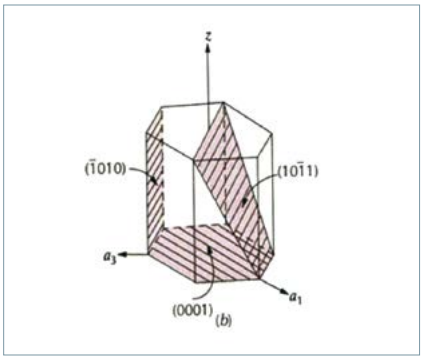


Figura 1b. Planos cristalográficos del Mg.

importantes del magnesio, así como sus parámetros, han sido evaluados por varios investigadores, como Stager et al. (1963), Ievinset al (1938), Raynor (1940) y Busk (1950).

En cuanto a las propiedades térmicas del magnesio puro, se puede decir que la expansión térmica para el rango de temperatura de 0 a 55 ºC se ajusta al promedio observado por Okamoto (1988) y Busk (1950).

Los procesos de precipitación en las aleaciones de magnesio son complejos según autores como Polmear (1995), y una característica común a casi todas es que la etapa que implica la formación del precipitado tenga red hexagonal coherente con la red del magnesio.

Respecto a las propiedades de tracción del magnesio puro, hay que destacar que el magnesio al cristalizar en red hexagonal compacta, presenta muy pocos sistemas de deslizamiento, por lo que se comporta como un material frágil.

Metales y aleaciones

Los metales puros no tienen gran interés industrial. Desde el punto de vista tecnológico mejoran mucho sus características al alearlos, además con solo dos componentes, modificando su porcentaje, se consiguen aleaciones muy diferentes.

Por otra parte, el magnesio puro mecánicamente tiene bajas características y es muy frágil. Si se alea convenientemente mejoran notablemente estos aspectos, por lo que se obtiene una excelente relación resistencia-densidad que lo hace muy apto en sectores como el de la automoción y el aeroespacial.

Elementos aleantes

El magnesio puro obtenido por reducción térmica o por electrólisis posee distintos niveles de pureza pero carece de uso estructural en el campo de la ingeniería. Para darle un papel relevante se alea con otros elementos como Al, Zn, Mn, Si, Ca, Sr, Ag, Li, Cu, tierras raras, etc., por lo que mejoran mucho sus características.

Los elementos que se alean con el magnesio se seleccionan en función de las características que deba tener la aleación, ya que unos le proporcionan resistencia, otros ductilidad, otros mejoran el comportamiento al *creep*, etc. Los más comúnmente empleados se detallan a continuación: aluminio (Al), zinc (Zn), manganeso (Mn), silicio (Si), calcio (Ca), estroncio (Sr), antimonio (Sb), circonio (Zr), plata (Ag), litio (Li), cobre (Cu), berilio (Be) e itrio (Y).

Por otro lado, hay que hablar de las impurezas en las aleaciones de magnesio. La calidad de una aleación depende en gran medida de los elementos aleantes y de su pureza. El níquel (Ni) y el hierro (Fe) son impurezas muy perjudiciales, ya que empeoran notablemente la resistencia a la corrosión. El contenido de (Ni) está limitado al 0,002% según la norma ASTM B 94. El contenido de (Fe) se limita al 0,01%, aunque en aleaciones de alta resistencia a la corrosión el contenido del hierro máximo no debe superar el 0,005% según la citada norma.

Compuestos intermetálicos

Muchos autores como Polmear (1995), Srinivasan et al. (2013) y Luo y Pekguleryuz (1994) hablan de la importancia de los compuestos intermetálicos en las propiedades mecánicas de las distintas aleaciones. Sin duda, los compuestos intermetálicos tienen un papel extraordinariamente importante en las aleaciones metálicas, al margen de las de magnesio que ocupan este texto, se podría citar el carburo de hierro (Fe_3C) o cementita, que forma parte las aleaciones Fe-C (aceros y fundiciones) y que tienen una enorme trascendencia tanto tecnológica como industrialmente. Los compuestos intermetálicos se dan por la unión entre metales o de estos con metaloides, pero la unión debe tener carácter metálico. Su enlace es una mezcla de iónico, covalente y metálico y sus propiedades estarán muy influenciadas por el tipo de enlace predominante. Estos compuestos se dan para una concentración determinada o predominan en intervalos de concentración muy pequeños. Sus temperaturas de fusión suelen ser más elevadas que las de los elementos que los forman, de ahí su gran estabilidad, son duros y mejoran la resistencia de las aleaciones, aunque contribuyen a su fragilidad.

En la tabla 1 se pueden observar algunos compuestos intermetálicos muy habituales formados entre el magnesio y los elementos con los que se suele alear.

Los compuestos intermetálicos mejoran la capacidad mecánica de la alea-

Compuesto intermetálico	Temperatura	Tipo de red cristalina	Compatibilidad en la aleación	Temperatura de fusión de los aleantes de Mg
Mg_3Sb_2	1.228 °C	HEX. COMP	COHERENTE	Sb.-630 °C
Mg_2Si	1.085 °C	C.C.C.	COHERENTE	Si.-1.410 °C
Al_2Ca	1.077 °C	C.C.C.	COHERENTE	Al.-660 °C
Mg_2Ca	914 °C	C.C.C.	COHERENTE	Ca.-839 °C
Al_2Sr	922 °C	C.C.C.	COHERENTE	Sr.-769 °C
$MgZn_2$	580 °C	HEX. COMP	COHERENTE	Zn.-420 °C
Mg_2Zn_3	570 °C	HEX. COMP	INCOHERENTE	Mn.-1.245 °C
$Mg_{17}Al_{12}$	437 °C	C.C.	INCOHERENTE	Mg.-650 °C

Tabla 1. Compuestos intermetálicos típicos del Mg y el Al y temperaturas de fusión.

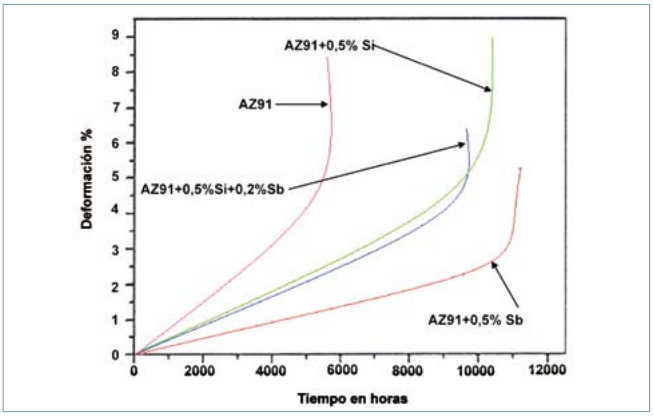


Figura 2a. Comportamiento a 150 °C. Fuente: 6th International Conference on Creep (2013).

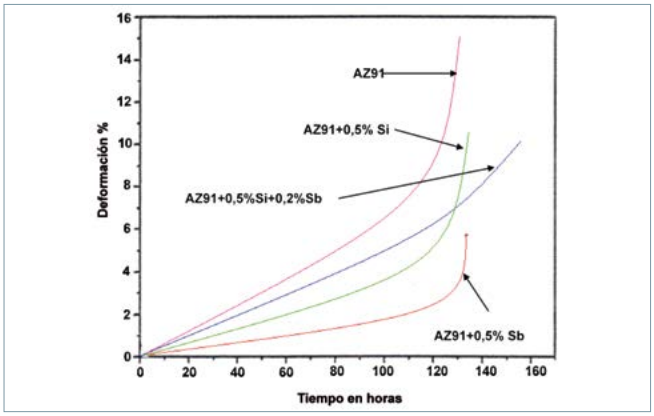


Figura 2b. Comportamiento a 200 °C. Fuente: 6th International Conference on Creep (2013).

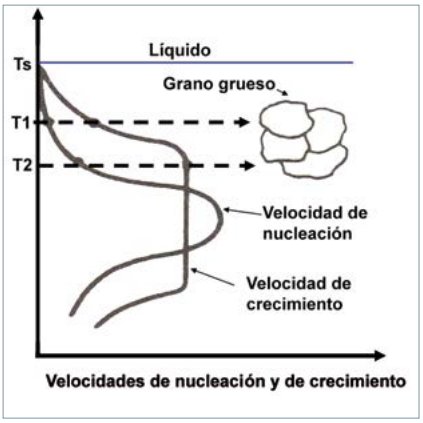


Figura 3a. Enfriamiento lento que origina grano grueso.

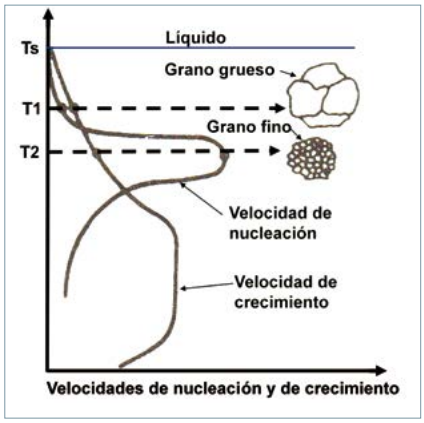


Figura 3b. Enfriamiento rápido que origina grano fino.

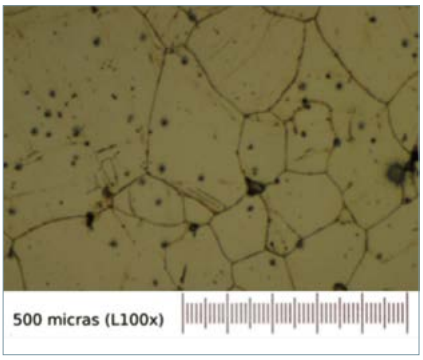


Figura 4a. Tamaño de grano nº 2 UNE-EN ISO 643.

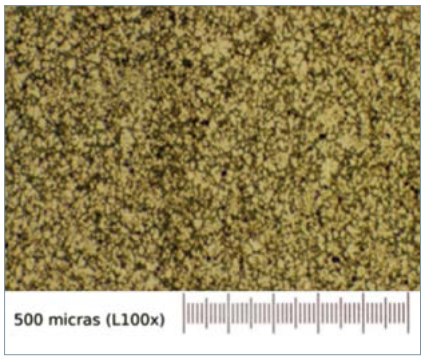


Figura 4b. Tamaño de grano nº 10 UNE-EN ISO 643.

ción, aumentando la resistencia a tracción, su dureza y resistencia al desgaste, aunque esto sea a costa de disminuir su tenacidad y capacidad de deformación. Los que tienen temperaturas de fusión más elevadas, mejoran sustancialmente la resistencia a termofluencia o *creep*. En el caso de la aleación AZ91, se forma un compuesto intermetálico muy particular, el $Al_{12}Mg_{17}$, que solidifica a una temperatura muy baja, de 437 ºC. La temperatura de solidificación del Mg es de 650 ºC y la del Al, 660 ºC. Además, cristaliza en red c.c., que es incoherente con la red hexagonal compacta del magnesio, y al situarse en el plano basal (0001), genera una discontinuidad importante en la microestructura.

Este compuesto intermetálico, aunque conserva cierta dureza por encima de los 200 ºC, está formado por 29 átomos, y al observar el diagrama de equilibrio típico Al-Mg se puede ver que modifica su composición estequiométrica. Inicia su formación a 437 ºC con un 62,5% de Mg, y finaliza a 100 ºC con un porcentaje de Mg del 60%, lo que indica que no es muy estable químicamente.

Si a la aleación AZ91 se le añade 0,5% de antimonio (Sb) y 0,5% de silicio (Si), se forman los compuestos Mg_3Sb y Mg_2Si. Los ensayos de *creep* a 150 ºC muestran una clara mejoría, con relación a la propia aleación AZ91, según Srinivasan et al (2013). Esta mejoría, sin embargo, no persiste por encima de 200 ºC (Figs. 2a y 2b).

El compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$ es muy típico en la aleación AZ91, su temperatura de fusión, 437 ºC, es relativamente baja y aunque mejora ligeramente las características mecánicas, dado su gran tamaño y su red c.c., no es coherente con la matriz de la aleación y acentúa mucho la fragilidad según Luo y Pekguleryuz (1994).

El moldeo tixotrópico denominado también inyección semisólida, según autores como Fan et al. (1998) y Carnahan (1994), mejora las características mecánicas de estas aleaciones.

Otro de los aspectos que influye mucho en las aleaciones de magnesio es el tipo de enfriamiento de la aleación, según Coca y Rosique (1985).

Un enfriamiento rápido genera un grano muy pequeño (Fig. 3a y 3b).

Ensayos y análisis de la aleación AZ-91

Medida del tamaño de grano

Es importante destacar la influencia que la velocidad de enfriamiento ejerce sobre el tamaño del grano. Esta velocidad va a depender del proceso de moldeo. En las figuras 4a y 4b se observan dos probetas obtenidas mediante moldeo en arena (enfriamiento lento) y

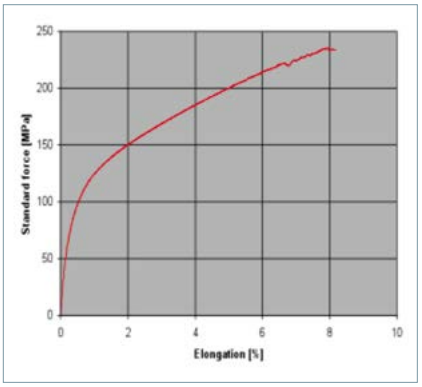


Figura 5a. Ensayo de tracción con enfriamiento lento AZ-91.

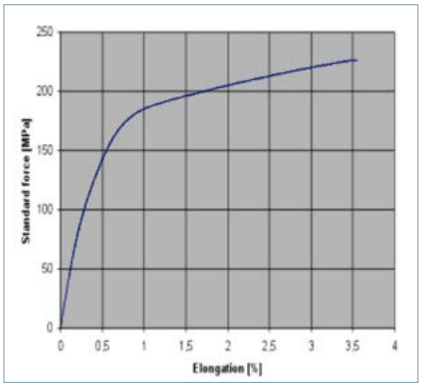


Figura 5b. Ensayo de tracción con enfriamiento rápido AZ-91

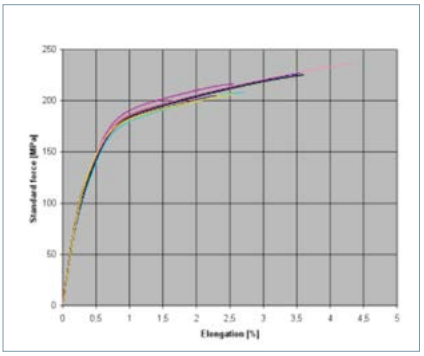


Figura 5c. Ensayos de tracción sobre varias probetas de aleación, realizadas con enfriamiento rápido y sometidas a un tratamiento de precipitado T-6.

mediante moldeo en coquilla metálica (enfriamiento rápido).

Características mecánicas según el tamaño de grano

Se realizaron ensayos de tracción y de dureza a las probetas anteriores. La aleación más resistente será también más dura, y con menos capacidad de deformación. Como se puede observar en la figura 5a, el límite elástico de la aleación AZ91 con enfriamiento lento llega hasta 115 MPa, mientras que la que se enfrió más rápidamente con grano muy fino tiene un límite elástico de 175 Mpa, según la figura 5b. La figura 5c muestra varios ensayos de tracción sobre probetas obtenidas con enfriamiento rápido (moldeado a presión en coquilla metálica) y sometidas a distintos tratamientos T6. Se puede observar que apenas se modifica la resistencia de esta aleación.

Ensayo de dureza Vickers

En la figura 6a y en la figura 6b se pueden observar las microfotografías de los ensayos Vickers realizados según Norma UNE-EN ISO 4516; 2002 en aleaciones AZ91, para un enfriamiento lento (huella grande) y para un enfriamiento rápido (huella pequeña). Estos ensayos han sido realizados en la Universidad de Burgos con un microdurómetro modelo MXT-70 siguiendo las condiciones experimentales que marca la norma UNE-EN ISO 4516.

Microscopía electrónica

La microestructura ha sido analizada en microscopía electrónica para la aleación AZ-91 con y sin maduración según se observa en las figuras de la 7a y 7b. Se han comparado dos muestras: una con un tratamiento térmico de

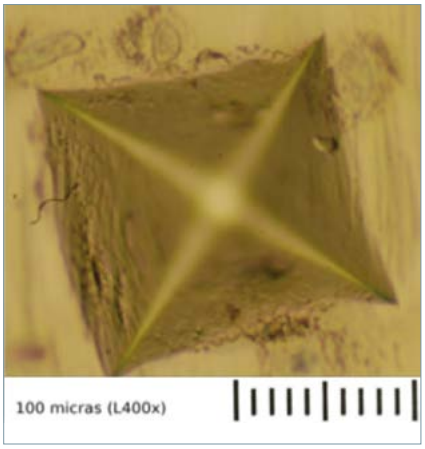


Figura 6a. Ensayo Vickers. Enfriamiento lento.

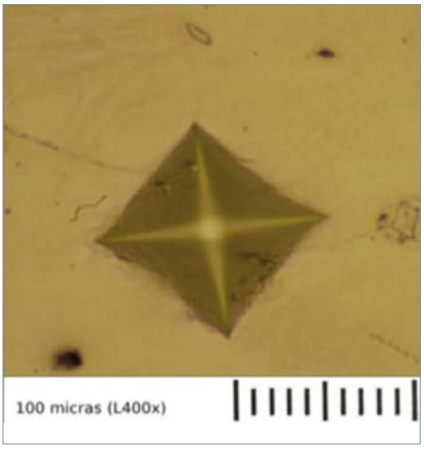


Figura 6b. Ensayo Vickers. Enfriamiento rápido.

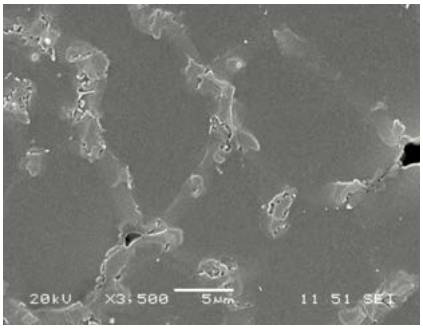


Figura 7a. Microestructura con tratamiento de envejecimiento.

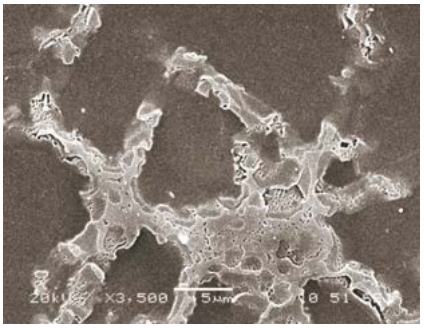


Figura 7b. Microestructura sin tratamiento de envejecimiento.

envejecimiento en el que se ha tenido que producir esa transformación que se observaba entre 120 ºC y 170 ºC, y otra muestra sin tratamiento.

No se observan cambios apreciables entre las dos muestras. Hay que tener en cuenta, además, que entre el centro y el extremo la morfología cambia; el grano es más fino en los extremos. Este aspecto junto con el hecho de que la precipitación de la fase intermetálica es pequeña (reducido aumento de entalpía), hace que no se pueda apreciar con nitidez el engrosamiento del eutéctico en el borde de grano con la simple observación de las muestras. Dichos ensayos se han realizado con un microscopio electrónico modelo JSM-5400 en la Universidad de Burgos.

Ensayos de microdureza Vickers

Se han realizado ensayos de microdureza en el centro del grano formado por la solución sólida de aluminio en magnesio (S.S.α) y en la periferia del mismo, donde ha precipitado el com-

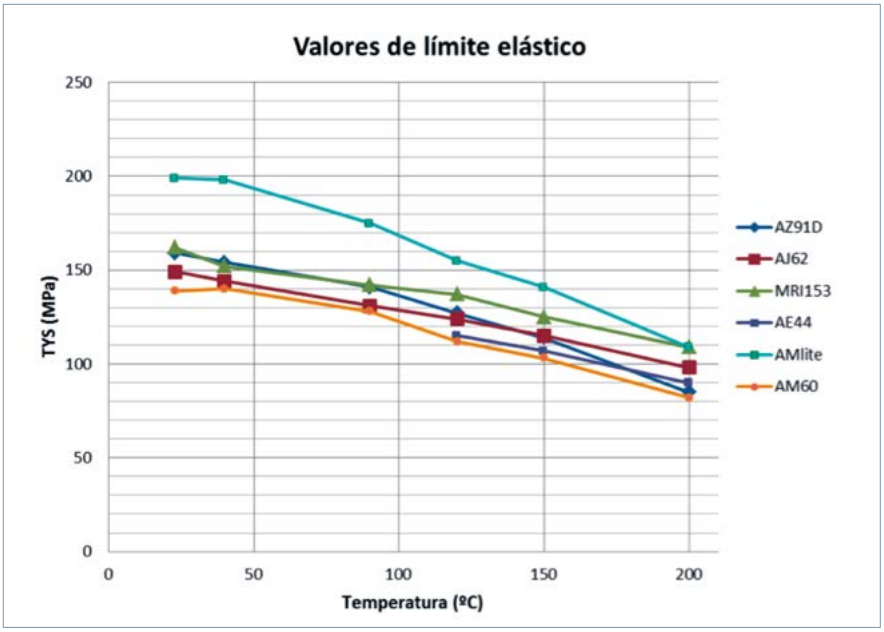


Figura 8. Valores del límite elástico a diferentes temperaturas para aleaciones de magnesio.

puesto intermetálico $AL_{12}Mg_{17}$ y se han arrojado los resultados siguientes:

Norma aplicada UNE-EN ISO 4516; 2002. Carga aplicada 10 g.

Resultados: dureza HV de la S.S. α (solución sólida α)....….....66 unidades.

Dureza HV del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$.….....167 unidades.

Estos resultados ponen en evidencia la mayor dureza del compuesto intermetálico, lo cual da a la aleación AZ91 mayor resistencia. Cabe destacar que según Yoo M, Shin K, Kim N (1995) la dureza en la matriz (S.S.α) coincide, pero no es así para el compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$, al que atribuye una dureza de 220 HV (dureza Vickers). Esta diferencia se puede asumir, ya que con ciertos medios resulta muy dificultoso evaluar la dureza del $Al_{12}Mg_{17}$ al ocupar un espacio del orden de unas pocas micras (µm).

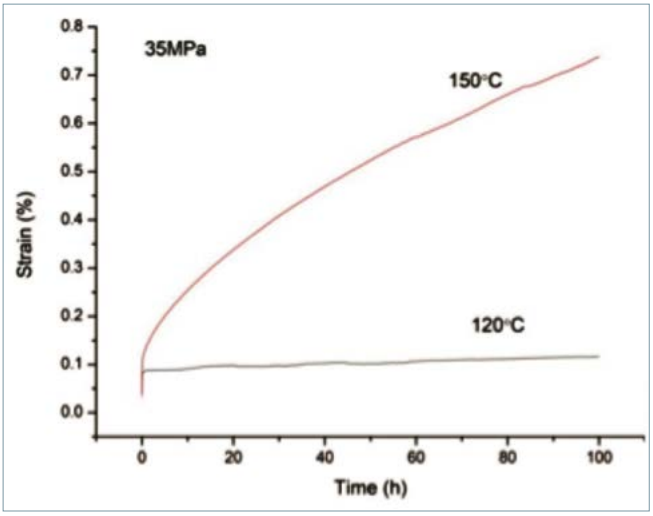


Figura 9a. *Creep* con carga constante de 35 MPa

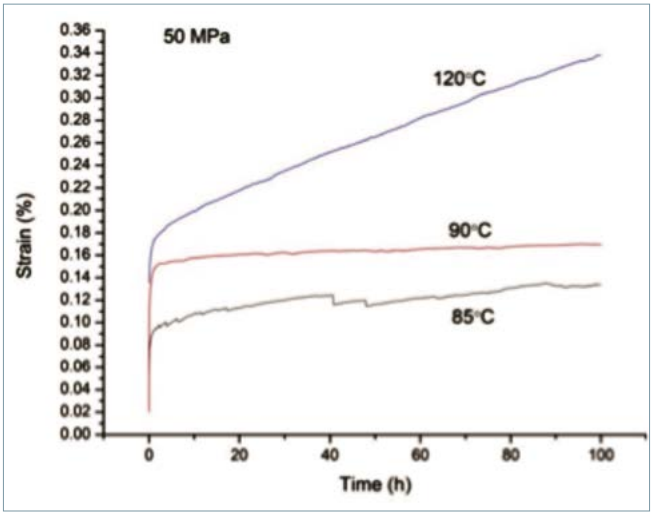


Figura 9b. *Creep* con carga constante de 50 MPa.

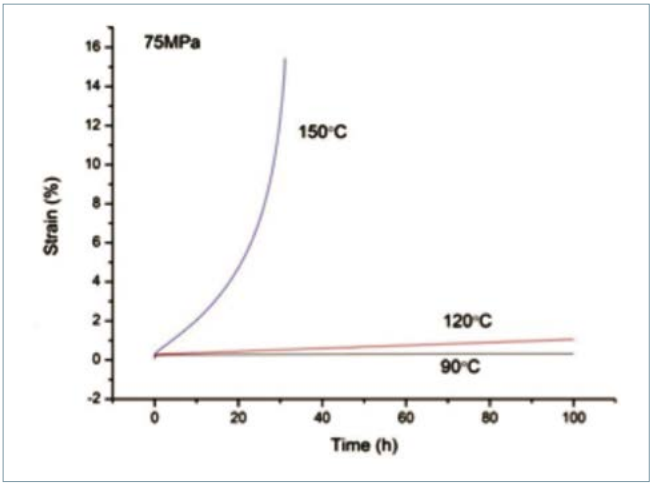


Figura 9c. Creep con carga constante de 75 MPa.

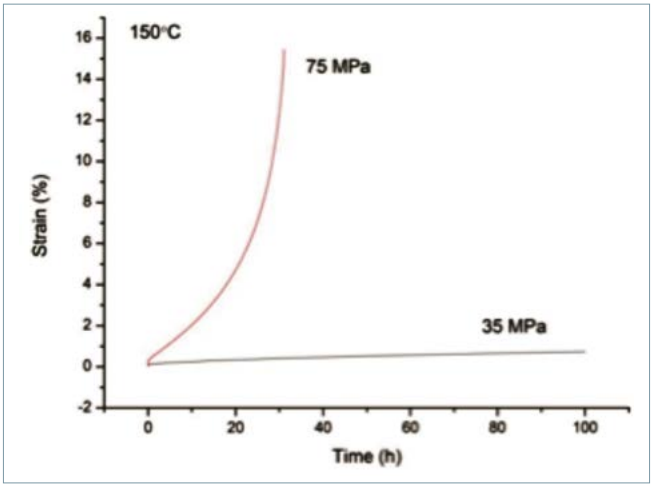


Figura 9d. Creep con temperatura constante de 150 °C.

Ensayos de fluencia o *creep*

Por definición, el creep tiene lugar a tensiones por debajo del límite elástico y las deformaciones plásticas se deben, fundamentalmente, a mecanismos activados de forma térmica, según la figura 8, aunque la tensión aplicada también ejerce cierta influencia. Si la tensión aplicada es constante, se puede encontrar una relación del *creep* con la temperatura.

En cargas por encima del límite elástico también se producen deformaciones, pero están acompañadas de procesos atérmicos y procesos de deformación de gran rango según Celikin et al. (2009). Cuando las cargas están por encima del límite elástico, las energías de activación no son adecuadas para identificar los mecanismos de deformación, debido a estas deformaciones de amplio rango y atérmicas.

En este estudio los ensayos a *creep* se han realizado por debajo de 100 MPa, ya que por encima los valores de velocidad de deformación serían demasiado altos porque el material contiene una gran cantidad de porosidad, con el consiguiente peligro de formación de grietas que contribuirán al alargamiento. En las figuras 9a, 9b y 9c se puede observar que con 35, 50 y 75 MPa la velocidad de deformación es prácticamente insignificante, mientras no se superen los 90 o 100 ºC. Sin embargo, con tensiones de 35 MPa y temperaturas de 150 ºC la velocidad de creep ya es bastante acusada (Fig 9a).

También con tensiones de 75 MPa y temperaturas de 120 ºC las deformaciones son apreciables, (Fig. 10a). Por último, se han realizado ensayos a temperatura constante y se ha observado que a 150 ºC las deformaciones del material son muy altas, como se muestra en las figuras 10a y 10b. Todos los ensayos anteriormente citados han sido realizados con una máquina de ensayos modelo Kappa 50 DS de Zwick Roell de la Universidad de Burgos siguiendo la norma EN ISO 7500;2004, la cual ha permitido relacionar estos ensayos con el comportamiento mecánico de la aleación AZ-91.

Resultados

Los ensayos mecánicos de tracción y dureza que se han realizado han puesto en evidencia la importancia que tiene el grano fino para mejorar las características mecánicas de las aleaciones AZ-91. Mediante el moldeo a presión en coquilla (molde metálico) se obtiene un grano extraordinariamente fino de tamaño 10 como se observa en la figura 4.

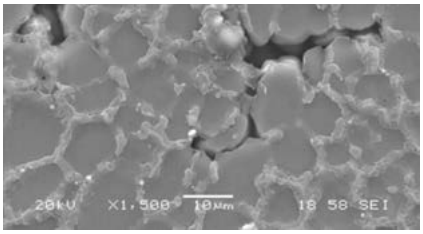


Figura 10. Estructura de una aleación de magnesio AZ91.

Las características mecánicas con este proceso se pueden observar en los ensayos de tracción y dureza de las figuras 5 y 6. También se han realizado ensayos de solubilización, y precipitación con maduración artificial del tipo T6 y con otras temperaturas y ratios de enfriamiento sin obtener mejoría apreciable en la muestra obtenida en molde metálico según la figura 3c.

Las aleaciones AZ91 obtenidas con enfriamiento rápido en molde metálico alcanzan unas características mecánicas que difícilmente se pueden mejorar con tratamientos térmicos de solubilización y precipitación (T6), ya que el propio tratamiento de solubilización produce un engrosamiento del grano. Este engrosamiento del grano implica una atenuación de las características mecánicas que contrarresta la mejora que se pudiera obtener con el tratamiento T6. Se ha analizado la microestructura mediante microscopía electrónica de barrido y se ha observado en el interior de los granos la fase α, rodeada del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$. En el entorno de este compuesto se produce la transformación, engrosándose por difusión esta fase que atenúa enormemente la resistencia al creep, según Srinivasan et al. (2013).

La figura 10 presenta una sección cerca de la superficie de ruptura a 150 ºC en la que se pueden observar las grietas que presentan las partículas intermetálicas $Al_{12}Mg_{17}$ junto a los bordes de grano.

Por desgracia, el punto de fusión del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$ es muy bajo (437 ºC) y la difusividad del aluminio en la matriz de magnesio, así como la propia difusividad del magnesio en magnesio es alta a temperaturas no muy elevadas. Esta difusión provoca un engrosamiento de la fase intermetálica $Al_{12}Mg_{17}$ en el borde de grano durante el calentamiento a temperaturas superiores a 120 ºC, lo que implica atenuar en gran medida la resistencia al *creep* de esta aleación. Este compuesto que tiene red c.c. es incoherente con la matriz de magnesio, cuya red es hexagonal compacta. Debido a esto, la fase intermetálica da lugar a una fácil formación de microcavidades en la frontera del grano.

Otro de los factores especialmente importante en este tipo de ensayos, aunque en este artículo no se haya contemplado de manera específica, es el concepto de energía de activación y su cálculo tal como remarcan autores como Dieringa et al. (2013).

En cuanto a los ensayos de microdureza realizados, una de las conclusiones importantes en la aleación AZ-91 es que existe gran diferencia entre el centro del grano de la aleación y la del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$ de la periferia. Algunos investigadores sostienen que estas cifras se mantienen durante el ensayo de creep, como Backers et al. (2009), que sugieren que el *creep* se debe fundamentalmente a los procesos de difusión. El alto coeficiente de difusión en el Mg es de 6,4.10-9 ($cm^2\ sg^{-1}$) comparado por ejemplo con el del Fe cúbico centrado en caras (c.c.c) es de 5.10-12 ($cm^2\ sg^{-1}$) a la misma temperatura (450 ºC), así como la baja energía de activación que, según Blun et al. (2005) induce a pensar que el fenómeno de creep se debe a la difusión en el borde de grano.

Por otro lado, las aleaciones de magnesio AZ91, a pesar de sus buenas propiedades de colabilidad, resistencia a la corrosión y propiedades mecánicas a temperatura ambiente presenta malas propiedades mecánicas a temperaturas por encima de 120-150 ºC, especialmente bajo cargas de larga duración según Mordike y Ebert (2001). Las razones para el mal comportamiento dadas en la literatura especializada son diversas:

- Reblandecimiento de la fase intermetálica $Al_{12}Mg_{17}$ a temperaturas elevadas según Blun et al. (2002), aunque algunas medidas recientes de la dureza del $Al_{12}Mg_{17}$ a temperaturas hasta 200 ºC han mostrado la gran resistencia a la deformación de esta fase intermetálica.
- La poca efectividad de la fase

$Al_{12}Mg_{17}$ como obstáculo para bloquear las dislocaciones a temperaturas elevadas, ya que los precipitados son relativamente gruesos y paralelos al plano basal (0001) de la solución solida de aluminio en magnesio (S.S.α) según Celotto S (2000).

Conclusiones

Las conclusiones de la siguiente investigación son las siguientes:

• La aleación AZ91 es la más comúnmente utilizada, ya que presenta una colabilidad excelente, tiene bajo coste, buena resistencia a corrosión y características mecánicas aceptables. Sin embargo, presenta una gran desventaja para trabajar a temperaturas elevadas, porque al sobrepasar los 120 ºC aparece en fenómeno de termofluencia o *creep*.

• Por otra parte, varios investigadores coinciden en la escasa estabilidad y el poco aporte a las características mecánicas del compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$, tan presente en la aleación AZ91.

• Se ha comprobado que la presencia de otros compuestos intermetálicos con mayor punto de fusión como el Mg_2Si (1.085 ºC), el Mg_3Sb_2 (1.228 ºC), el Al_2Ca (1.077 ºC) el Mg_2Ca (914 ºC) dan mayor estabilidad a las aleaciones de magnesio y mejoran la capacidad mecánica a bajas temperaturas, ya que se dispersan mejor en la matriz de S.S.α de aluminio en magnesio y también mejoran considerablemente la resistencia a creep.

• La fusión en molde metálico (coquilla) y en máquinas de alta presión de cámara caliente consigue una alta producción, con diseños de paredes muy delgadas que a veces son deseables, para que las piezas sean más ligeras, y se consiga un enfriamiento más rápido.

• Este enfriamiento tan rápido origina una estructura de grano muy fino con unas características mecánicas difícilmente mejorables con tratamientos térmicos de solubilización.

• Sin embargo, el grano fino proporciona una gran superficie intergranular o borde de grano, lo cual favorece la difusividad en esta zona y, en definitiva, el mal comportamiento para soportar temperaturas elevadas bajo tensión.

• Se supone que la adición de los compuestos intermetálicos afectan a la colabilidad de las aleaciones de magnesio dados sus puntos de fusión elevados.

• Si a la aleación AZ91 se añade 0,5% de antimonio (Sb) y 0,5% de silicio (Si), se forman los compuestos Mg_3Sb y Mg_2Si. En los ensayos de *creep* a 150 ºC se puede observar una clara mejoría, con relación a la propia aleación AZ91. Sin embargo, no persiste por encima de 200 ºC.

• El compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$ es muy típico en la aleación AZ91; su temperatura de fusión, 437 ºC, es relativamente baja y aunque mejora ligeramente las características mecánicas, dado su gran tamaño, no es coherente con la matriz de la aleación y acentúa mucho la fragilidad.

• Como línea futura de investigación sería interesante analizar las características de colabilidad con estos compuestos y la mejora de las propiedades mecánicas de la aleación AZ-91. Tampoco el compuesto intermetálico $Al_{12}Mg_{17}$ aporta estabilidad a la aleación, por lo que habría que centrarse en atenuar su presencia disminuyendo la proporción de aluminio. Futuros diseños para evacuar el aire de los moldes y mejorar su refrigeración también afectarían positivamente a las aleaciones de magnesio.

Agradecimientos

A la Universidad de Burgos, y en concreto del Área de Ciencia de Materiales e Ingeniería Metalúrgica, el apoyo prestado para la realización de estos ensayos, que van a mejorar sin lugar a duda los avances en este campo.

Referencias

Aljarrh M. (2007). Microstructural characterization of Mg-Al-Sr Alloys Science and Technology of Advanced Materials. 8 (4) p 237-248. Doi: 10.1016/j.stam.2007.01.003.

Backers BK, Amberger DD, MGoken (2009). Particle hardening in creep-resistant MG-alloy. MRI 230D probed by nanoindenting atomic force microscopy. Metallurgical and Materials transactions A, vol 40, p. 257-261. ISSN 1073 5623.

Blun W, Li Y, Zeng P, Zhang B, Von Gromann, C Haberling (2005). Creep and Fracture Behaviour of Peak-Aged Mg-11Y-5Gd-2Zn-0.5Zr (wtpct). Metallurgical and Materials.Volumen 36 A. ISSN 1073-5623.

Blun W, Watzinger B, Zhang P (2002). Creep of die cast light-weight Mg-Al-base alloy AZ91 hp. Advance Engineering Materials, n° 6. P. 349-55. ISSN: 14381656.

Busk RS (1950). Magnesium and magnesium alloys. ASM INTERNATIONAL, vol 188, p. 1460-64. ISBN 0-87170-657-1.

Carnahan R (1994). Proc. 3rd Int. Conf. on semi-Solid Alloys and Composites. Institute of Industrial Science (Tokio). ISBN 0-87170-657-1.

Celikin M, Zanardi D, Sediako MO, Pekguleryuz (2009). Compressive creep behaviour of cast magnesium under stresses above the yield strength and the resultant texture evolution, Can. Metall. Quart. 48 (4) 419-432. ISSN: 00084433.

Celotto S (2000). TEM study of continuous precipitación in Mg-9%Al-1%Zn alloy. Acta Marerilia. Vol 48 p. 1775-87. 1995. P. 45. Doi: 10.1016/S1359-6454(00)00004-5.

Cheng L, Brakman, BM, Korevaar BM, Mittemeijer ET (1988). The tempering of iron-carbon martensite; dilatometric and calorimetric analysis, Metallurgical Transactions A. vol. 9A, pp. 2415-26. Doi: 10.1007/BF02645469.

Coca J, Rosique (1985). Ciencia de Materiales. Ed. Pirámide. 10 edición. P. 166.

Deshpanade NU, Ray KK, Mallik AK (1986). Essential Magnesium Alloys Binary Phase. Diagrams and Their Thermochemical Data. J. Alloy Phase Diagram. Indiavol 2, p. 108. Doi: dx.doi.org/10.1155/2014/704283.

Dieringa H, Huang Y, Wittke P, et al (2013). Compression-Creep of magnesium alloy DieMag422 containing barium compared with the commercial creep-resistant alloys AE42 and MRI230D. Materials Science & Engineering A 585, p. 430-438. Doi: 10.1016/j.msea.2013.07.041.

Fan R, Ghosh D, Van Schilt C (1998). Light Metals 98 MétauxLégers. Metallurgical. Society of CIM, p 251. ISBN 0-87170-657-1.

Ievins A, Straumanis M, Karlsons Z (1938). Phis Chem, vol. B-40, p. 347. Doi: 10.1007/10201454_6.

Islam M (2005). Thermidinamic modelling of Mg-Al-Sr system Canadian Metal. Metalurgical Quarter. 44(4) p. 523-536. Doi: 10.1179/cmq..44.4.523.

Luo A, Pekguleryuz M (1994). Cast Magnesium Alloys for elevated temperature. Applications. Institute of Magnesium Technology. Quebec (Canada), p. 2259-71. Doi: 10.1007/BF01171534.

Massalski TB (1986). Binary Alloy Phase Diagrams. American Society for Metals. 1986. ISBN 0871702630, 9780871702630.

McDonald RA, Stull DR (1955). Thermodynamic and Spectroscopic Study of Vinylidene Chloride I. Thermodynamic Properties of the Solid, Liquid, and Ideal Gas. Am Chem Soc, Vol. 77, 1955. Doi: http://dx.doi.org/10.1063/1.1730128.

Mordike BL, Ebert T (2001). Magnesium: properties, applications, potential. Materials Science and Engineering. Vol. A 302, p. 37-45. Doi: 10.1016/S0921-5093(00)01351-4.

Muñoz C, San Félix J, Franco V (2010). XIV Congreso Ingeniería de Proyectos 30 de junio 2010 (Madrid).

Okamoto H (1988). Mg (Magnesium), Phase Diagrams of Binary Magnesium Alloys. Ed. ASM International, p. 1-3. Doi: doi.org/10.1155/2014/704283.

Pekguleryuz M, Celikin M (2010). Creep mechanisms in magnesium alloys Int. Mater Rev. 55, 4, p. 197-217. Doi: 10.1179/095066010X12646898728327.

Pérez-Albuerne EA, Clendenen RL, Lynch RW, Drickamer HG (1966). Materials of engineering. Vol. 142, p. 392-399. ISBN: 0-87170-657-1.

Polmear IJ (1995). Metalurgy of the Light Metals, 3 ª ed. London, p. 204.

Raynor GV (1940). Microscopic Elastic Properties of Polycrystalline Mg85Zn6Y9 Alloy with Long-Period Stacking Ordered 18R Phase Investigated by Inelastic X-ray Scattering Proc. R. Soc. (London) A, vol. 174, p. 457-71. Doi: 10.2320/matertrans.MH201409.

Rebollero P, Rosique J (1985). Ciencia de Materiales Ed. Pirámide. Décima edición, p. 166. Doi: uni_4769_4795.

Srinivasan A, Ajithkumar KK, Swaminathan J, Pillai UTS, Pai BC (2013). Creep behaviour of AZ91 magnesium alloy. Procedia Engineering. 55, p. 109-13. doi:10.1016/j.proeng.2013.03.228.

Stager RA, Drickamer HG (1963). Materials of engineering. Vol. 131, p. 2524-7.

Yoo M, Shin K, Kim N (1995). Effect of Mg2Si particles on the elevated temperature tensile properties of squeeze-cast MG-Al alloys; Metallurgical and materials transactions A, vol 35, p. 1629-32. ISSN 1073-5623.

Uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de asignaturas de grados de la rama industrial: antecedentes, estado actual y reflexiones

Use of virtual laboratories for teaching subjects of industrial branch degrees: background, current status and reflections

Andrés Lapuebla-Ferri[1*], Antonio-José Jiménez-Mocholí[1], Fernando Giménez-Palomares[2], Juan A. Monsoriu[3]

Resumen

El Espacio Europeo de la Educación Superior es el marco actual de la educación universitaria. Uno de sus postulados más conocidos es la voluntad de impulsar una serie de metodologías de enseñanza-aprendizaje que tengan como eje central la figura del alumno, de modo que este adquiera los conocimientos de manera (prácticamente) autónoma. Los laboratorios virtuales son herramientas informáticas que pueden contribuir a este fin. En este artículo, los autores reflexionan acerca del uso de laboratorios virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales, que se imparte en muchos títulos de grado en ingeniería y arquitectura. A partir de su dilatada experiencia, analizan los pros y los contras del uso de dichas herramientas y proponen una serie de acciones futuras de mejora.

Palabras clave

Laboratorios virtuales, Elasticidad y Resistencia de Materiales, Espacio Europeo de Educación Superior, educación.

Abstract

The European Higher Education Area is the current framework for university education. One of its most well-known postulates is the desire to promote a series of teaching-learning methodologies that has as its central axis the figure of the student, so that this one acquires knowledge in an autonomous (or almost) way. Virtual laboratories are computer tools that can contribute to this end. In this article, the authors reflect on the use of virtual laboratories in the teaching-learning process of the subject Elasticity and Resistance of Materials, which is taught in many bachelor engineering or architecture degrees. From his extensive experience, they analyse the pros and cons of the use of these tools, proposing several future actions of improvement.

Keywords

Virtual laboratories, Elasticity and Strength of Materials, European Higher Education Area, education.

Recibido / *received*: 19.02.2018. Aceptado / *accepted*: 5.03.2018.

[1] Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
[2] Departamento de Matemática Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
[3] Departamento de Física Aplicada. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño.
[1, 2, 3] Universitat Politècnica de València. Camino de Vera, s/n. 46022, València, España.

*Autor para correspondencia / *corresponding author*: Andrés Lapuebla-Ferri (anlafer0@mes.upv.es).

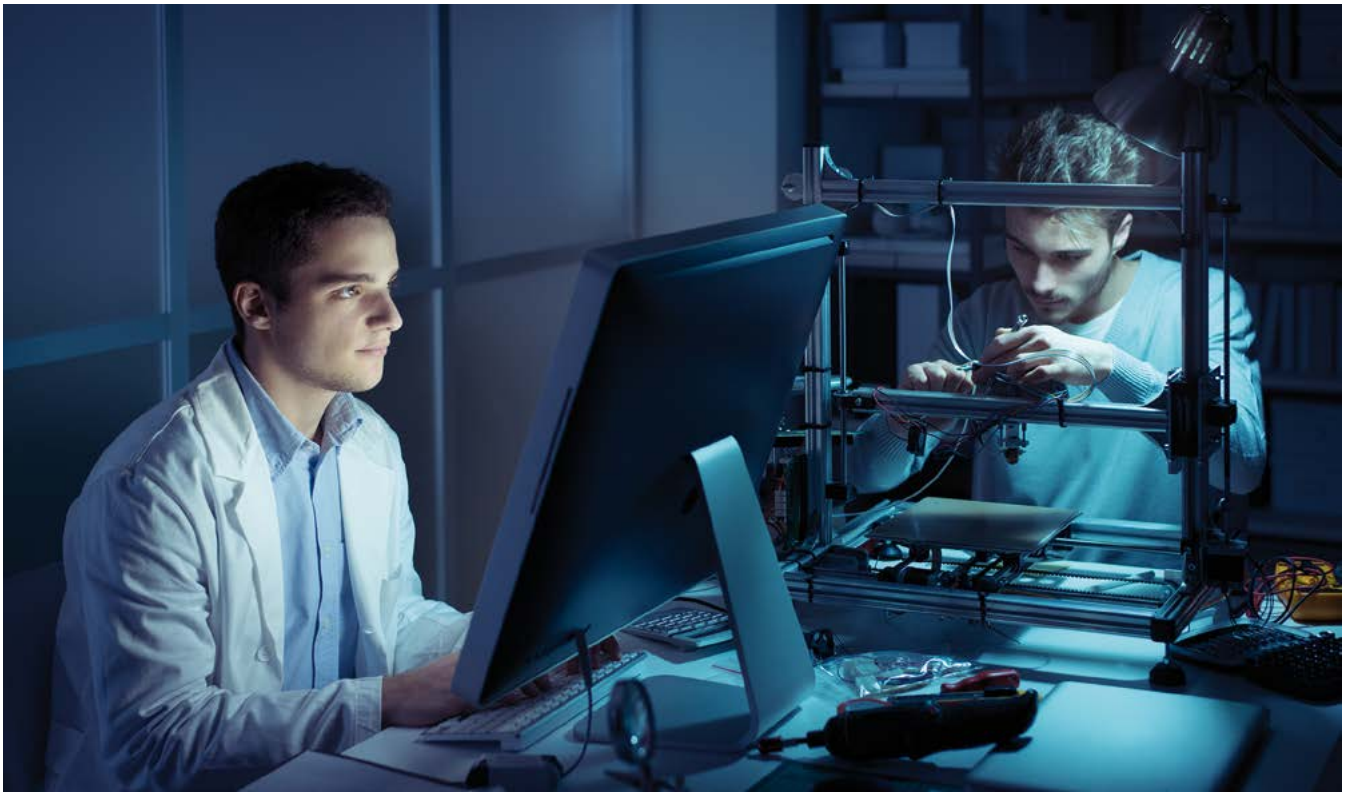


Foto: Shutterstock.

Introducción

El Espacio Europeo de Educación Superior (en adelante, EEES) es el resultado de una profunda reforma universitaria a escala comunitaria, cuyo origen se sitúa en la *Declaración de Bolonia* de 1999[1], o incluso antes, con el advenimiento del Programa Erasmus a finales de la década de 1980. En España, el EEES tuvo su marco legal con la Ley Orgánica 6/2001, de Universidades, y es una realidad desde 2010.

El EEES está basado en principios de transparencia, calidad, movilidad, diversidad y competitividad, y sus objetivos principales son tres: *1)* establecer una unidad común de medida del *haber académico*[2], *2)* fomentar la movilidad de los estudiantes y *3)* desarrollar un sistema educativo de calidad y de referencia mundial. Con el EEES, en definitiva, se pretende implementar una estructura flexible de titulaciones, en virtud de la cual cada estudiante pueda diseñar su propio recorrido curricular a través de los centros docentes de los países europeos adheridos, sin solución de continuidad entre las diferentes titulaciones (grado, máster y doctorado).

En la voluntad de crear currículos universitarios *a la carta* se refleja un nuevo paradigma formativo que supone un cambio radical en la universidad española tradicional: el alumno debe *aprender a aprender* y, consecuentemente, *aprender por sí mismo* (Rué, 2009) (Michavila y otros, 2011). Este enfoque ha propiciado la aparición de las denominadas *metodologías activas* en la docencia universitaria desde la misma fase embrionaria del EEES. Según López (2005), una metodología activa es "un proceso interactivo basado en la comunicación profesor-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-material didáctico y estudiante-medio que potencia la implicación responsable de este último y conlleva la satisfacción y enriquecimiento de docentes y estudiantes". En el marco del EEES, las metodologías activas vertebran el binomio *enseñanza-aprendizaje* (que, respectivamente, denotan la labor docente del profesor y el acto discente del estudiante), pero de tal forma que se le concede un mayor protagonismo al segundo: la capacidad para construirse un *corpus* propio de conocimientos[3] ya no depende en exclusiva del profesor, cuya figura queda relegada a un papel concomitante.

Por otro lado, la citada interacción estudiante-material didáctico hace referencia a todos aquellos *objetos de aprendizaje*[4] que se emplean en la actualidad, especialmente los desarrollados mediante TIC (tecnologías de la información y la comunicación). De este modo, las metodologías activas en el ámbito de la educación superior constituyen una panoplia de objetos de aprendizaje entre los que destacan los contenidos audiovisuales (presentaciones de diapositivas electrónicas, vídeos docentes, *screencast*[5], grabaciones de sesiones de clases en el aula, etc.) o bien aquellos que hagan gala de cierta dosis de interactividad con el usuario, como los vídeos interactivos y los laboratorios virtuales.

En el presente artículo, los autores describen su experiencia de 7 años en el desarrollo y el uso de laboratorios virtuales en la docencia la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales, de segundo curso del grado en ingeniería en tecnologías industriales (en adelante, GITI) de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, Universitat Politècnica de València (en adelante, UPV). Esta asignatura es ubicua en grados relacionadas con la arquitectura y la ingeniería civil. En primer lugar, se define qué se entiende por laboratorio virtual y cuáles son

sus características. A continuación, se describen los laboratorios virtuales desarrollados por los autores y la utilidad de cada uno de ellos, tanto para el estudiante como para el profesor que apoya en ellos su labor docente, y se muestran los resultados obtenidos en encuestas de opinión. El trabajo finaliza reflexionando acerca del papel actual del docente universitario en tiempos de los planes de Bolonia del EEES, marcados por el uso extensivo de metodologías activas y la irrupción de las TIC en la creación de objetos de aprendizaje.

Definición y características de un laboratorio virtual

Una definición muy acertada de *laboratorio virtual* es la que propone Bartolomé (2004): "Herramienta informática que posibilita la realización de experimentos virtuales a partir de la simulación de un determinado fenómeno".

Asimismo, para que una herramienta informática de simulación pueda considerarse un verdadero laboratorio virtual y así servir como herramienta *complementaria* en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debe prestarse un especial interés al diseño de su interfaz gráfica de usuario (en inglés, *graphical user interface* o GUI de ahora en adelante), con el fin de que el usuario pueda manejar el laboratorio virtual de una manera intuitiva y, por ende, autónoma.

Los requisitos exigibles a la GUI de un laboratorio virtual son (Depcik y Assanis, 2005):

• Debe posibilitar la creación de un *entorno gráfico amigable* para el mayor número posible de usuarios. Un contraejemplo sería el uso de un programa informático en el que el usuario debe introducir de forma tradicional, línea a línea, los comandos de entrada de datos, las funciones que calcular, etc.

• Debe permitir la *visualización al completo* del *experimento virtual*. Por ejemplo, en una única ventana o en un número limitado de ellas, en las que el usuario pueda introducir las variables y visualizar las salidas.

• Tiene que proporcionar una *realimentación instantánea*, de manera que el usuario pueda modificar con inmediatez los valores de las variables de entrada a partir de los resultados obtenidos, y así poder reiniciar el proceso.

En la figura 1 se ilustra un ejemplo

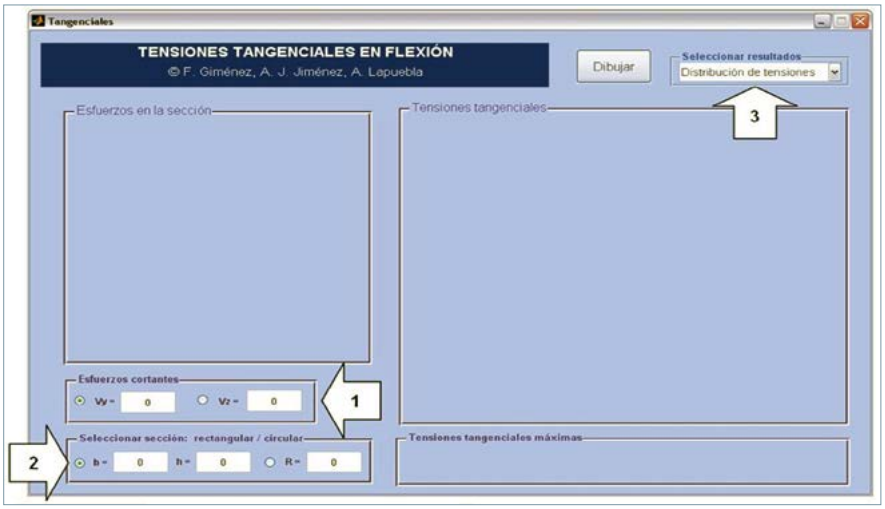


Figura 1. GUI del laboratorio virtual Tangenciales.

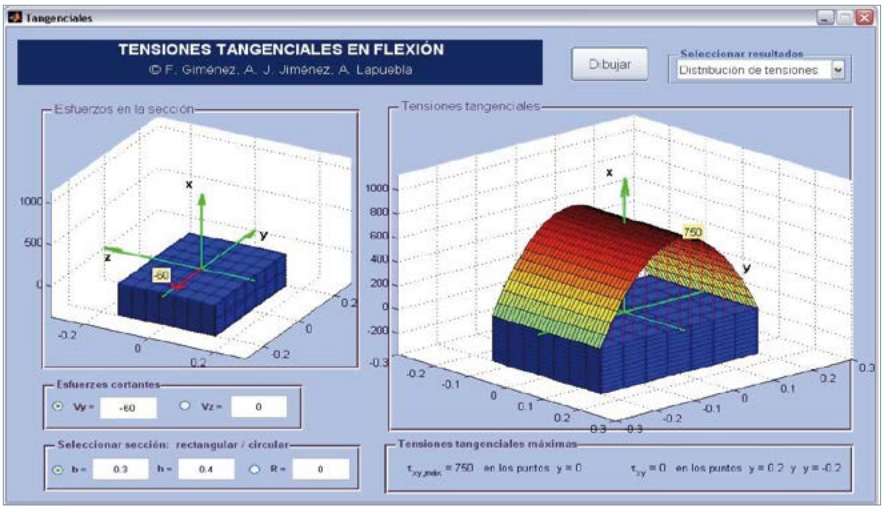


Figura 2. Ejemplo de uso del laboratorio virtual Tangenciales.

de la GUI de uno de los laboratorios virtuales creados por los autores, y es lo primero que contempla el usuario justo después de abrir el laboratorio virtual. Existen varias formas de introducir los datos de entrada. En los campos señalados con las etiquetas *1* y *2*, se selecciona una opción entre las existentes mediante un botón de selección y se introducen datos a través del teclado; en el campo *3*, la lista desplegable permite seleccionar el tipo de resultado que visualizar. Los restantes campos permanecen en blanco hasta que muestran los resultados (en este caso, distribuciones de tensiones tangenciales [véase la Fig. 2]).

• *Grado de interactividad*. Por definición, el usuario interactúa con el experimento a simular merced al laboratorio virtual. Con respecto al nivel de interacción, este puede ser *estático* si el usuario se limita a visualizar los resultados, o bien *dinámico* si, por ejemplo, puede rotar las imágenes obtenidas, hacer clic en una gráfica para obtener nuevos resultados, etc.

• El *lenguaje de programación* empleado para su código (Visual Basic, Java, C, Mathematica, Matlab). La elección depende de la experiencia previa de los programadores, la mayor o menor presencia de referencias de ayuda para la programación o la idoneidad del lenguaje escogido con respecto a las necesidades computacionales del programa. La elección puede no ser única, ya que puede haber laboratorios virtuales cuyos códigos empleen más de uno.

• *Ventana única* o *múltiple*. En el primer caso, la introducción y la visualización de resultados se muestran en una única ventana (que puede estar di-

Laboratorio virtual	Finalidad principal
Mohr (Figura 3a)	Representar el Círculo de Mohr de un estado plano de tensiones y obtener las tensiones principales y las direcciones correspondientes.
Mohr3d	Obtener los Círculos de Mohr de un estado tridimensional de tensiones y obtener las tensiones y direcciones principales.
Tensiones (Figura 3b)	Representar el estado tridimensional de tensiones en un punto y calcular las tensiones y direcciones principales. Dibujar los respectivos estados tensionales.
Deformaciones (Figura 3c)	Representar el estado tridimensional de deformaciones en un punto y calcular las matrices de tensiones y de deformaciones, así como las deformaciones principales y sus direcciones.
Navier (Figura 3d)	Representar el estado de tensiones normales debidas a la flexión en secciones rectangulares o circulares, llenas o huecas. Localizar los puntos más desfavorables de la sección, calculando las tensiones máximas de tracción y compresión.
Núcleo (Figura 3e)	Representar la distribución de tensiones normales debidas a la flexión, obtener el axil excéntrico estáticamente equivalente y su posición respecto del núcleo central de la sección
Tangenciales	Representar el estado de tensiones tangenciales debidas al esfuerzo cortante en secciones llenas, rectangulares o circulares.
Torsión (Figura 3f)	Representar el estado de tensiones tangenciales debidas al momento torsor en secciones circulares.
Flexión (Figura 4)	Calcular las tensiones debidas a la flexión en vigas de sección rectangular o circular. Identificar la posición de la sección más solicitada, los puntos más desfavorables de la misma y la posición de la línea neutra.
Rectangular	Obtener las lecturas de las deformaciones de una galga o de una roseta en cualquier punto del contorno exterior de una viga de sección rectangular.
Circular	Obtener las lecturas de las deformaciones de una galga o de una roseta en cualquier punto del contorno exterior de una viga de sección circular.

Tabla 1. Laboratorios virtuales actualmente disponibles para la docencia y el aprendizaje de la asignatura "Elasticidad y Resistencia de Materiales".

vidida en varias subventanas), mientras que en el segundo pueden abrirse varias ventanas y mostrarse los distintos resultados obtenidos. Como se ha comentado, en un laboratorio virtual de ventana única el usuario tiene una visión simultánea de toda la simulación; sin embargo, si se emplea un laboratorio virtual de ventanas múltiples puede cubrirse un mayor abanico de opciones de simulación.

- *Plataforma* (Windows, Mac, Android). Es difícil decidir cuál es la más idónea, habida cuenta de las distintas preferencias de los estudiantes, que son los usuarios potenciales más numerosos.
- *Modo de ejecución*. Se refiere al modo en el que el usuario abre un laboratorio virtual: *online* a través de un navegador, como un programa instalado, a través de una *app*, etc.

El uso de laboratorios virtuales en el contexto de la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales

Como se ha comentado en el apartado introductorio, el advenimiento del Plan Bolonia y la aparición de los nuevos títulos de grado han propiciado la proliferación de objetos digitales de aprendizaje en las enseñanzas universitarias. En este trasfondo, que se sitúa siete años atrás, los autores vislumbraron la oportunidad de desarrollar una serie de aplicaciones informáticas con el objetivo dual de servir de apoyo al proceso de aprendizaje de los estudiantes y apoyar la labor docente del profesor en el contexto de la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales[6].

En las primeras discusiones sobre el tema, se estudió la posibilidad de realizar un único programa informático que abordase todos los contenidos de la asignatura o buena parte de ellos[7]. Sin embargo, se reconoció la existencia de muchos y excelentes paquetes informáticos comerciales capaces de lograr el fin previsto. Además, como la asignatura se ubica en segundo curso de los cuatro que conforman el grado, en ese estadio de la titulación los estudiantes carecen del conocimiento, la experiencia y la habilidad necesarias para manejar con soltura un programa de tales características. En consecuencia, se optó por la realización de varios laboratorios virtuales que, reuniendo las características descritas en el apartado anterior, permitiesen la simulación de aspectos particulares de la asignatura. Se pretendía, y se sigue haciendo, que el estudiante, con el uso conjunto de los laboratorios virtuales desarrollados, pudiese profundizar y ampliar su propio cuerpo de conocimientos en la materia, reforzando las lecciones recibidas en el aula y en el laboratorio tradicional.

En cuanto a los aspectos técnicos, los autores escogieron Matlab (The Mathworks, 2017) como lenguaje de programación, dada su experiencia previa, su extendida presencia en el ámbito de la ingeniería y, principalmente, por su flexibilidad a la hora de generar las GUI (The Mathworks, 2002). El desarrollo de la programación de los laboratorios virtuales, así como el acceso a los mismos y su ejecución por parte de los usuarios presentan las siguientes características:

- Su modo de ejecución es local. Los usuarios deben descargarse un archivo ejecutable para poder usar el laboratorio virtual.
- Para usar el laboratorio virtual no es necesario disponer de una licencia de Matlab. El usuario debe descargar unos archivos intermediarios en forma de librerías enlazadas dinámicamente (*dynamic linked libraries* o archivos *dll*) que posibiliten la ejecución del laboratorio virtual.

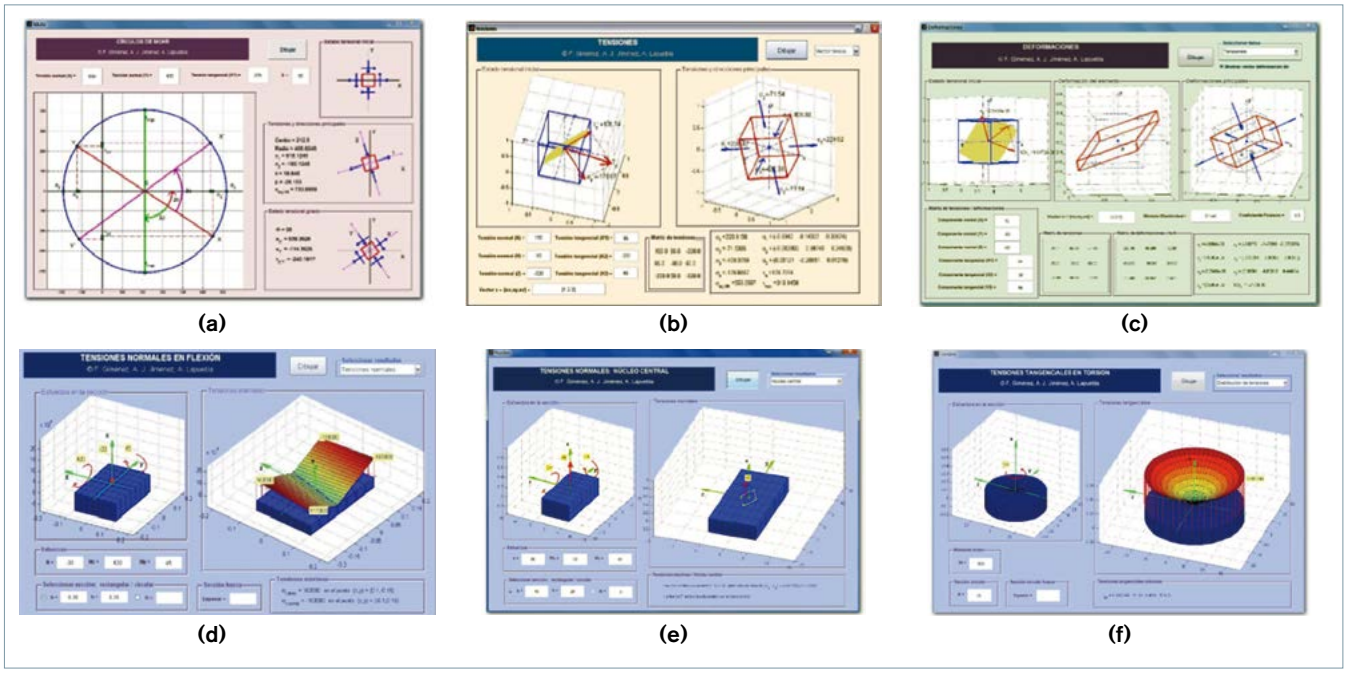


Figura 3. Ejemplos de uso de algunos de los laboratorios virtuales descritos en la Tabla 1. (a) Mohr. (b) Tensiones. (c) Deformaciones. (d) Navier. (e) Núcleo. (f) Torsión.

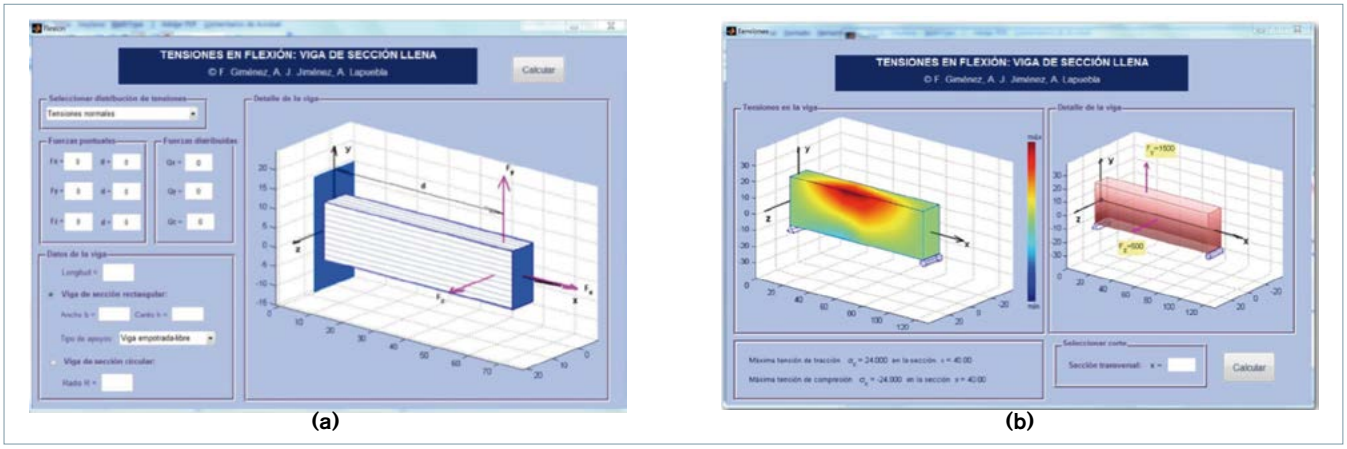


Figura 4. Ejemplo de uso del laboratorio virtual Flexión. (a) Ventana principal. (b) Representación de las tensiones normales en flexión para una viga de sección rectangular en una ventana secundaria.

• Los laboratorios virtuales se encuentran disponibles la colección Elasticidad y *Resistencia de Materiales*, *materiales docentes* del repositorio institucional de recursos en línea RIUNET8 de la UPV, al cual tiene acceso toda la comunidad universitaria.

Los laboratorios virtuales que los autores han desarrollado a lo largo de los últimos siete años se listan en la tabla 1 junto a una somera descripción de la finalidad de cada uno de ellos.

Las figuras 3 y 4 muestran capturas de pantalla de algunos de los laboratorios virtuales.

Los primeros laboratorios virtuales eran de tipo estático y de ventana única. Con el tiempo, a los sucesivos laboratorios virtuales se les fue dotando de alguna característica para incrementar el grado de interactividad del usuario con el objeto de aprendizaje. Por ejemplo, en algunos de los laboratorios virtuales (Mohr3d, Tensiones, Deformaciones, Navier, Núcleo, Tangenciales, Flexión, etc.) se pueden rotar los gráficos obtenidos en cada ventana de la GUI para su mejor visualización; en el laboratorio virtual Rectangular se genera asimismo un archivo de texto con los resultados, el laboratorio virtual Flexión tiene ventanas múltiples, etc.

Los últimos laboratorios virtuales recientemente desarrollados por los autores son Rectangular y Circular. Su principal característica diferenciadora del resto es que han sido concebidos con el fin de recrear (es decir, simular virtualmente) los montajes empleados en las prácticas de laboratorio mecánico de la asignatura, que son de índole tradicional (Fig. 5).

Resultados obtenidos

Desde el punto de vista del profesorado

A título cualitativo, los profesores están satisfechos con el papel que desempeñan los laboratorios virtuales como herramientas de apoyo a la labor docente, reforzando el contenido impartido durante las clases teóricas. En la actualidad, todos los profesores de la asignatura los emplean al menos una vez a lo largo del curso, y de un curso a otro se ratifica su aceptación.

Los resultados obtenidos por el profesorado también se pueden expresar,

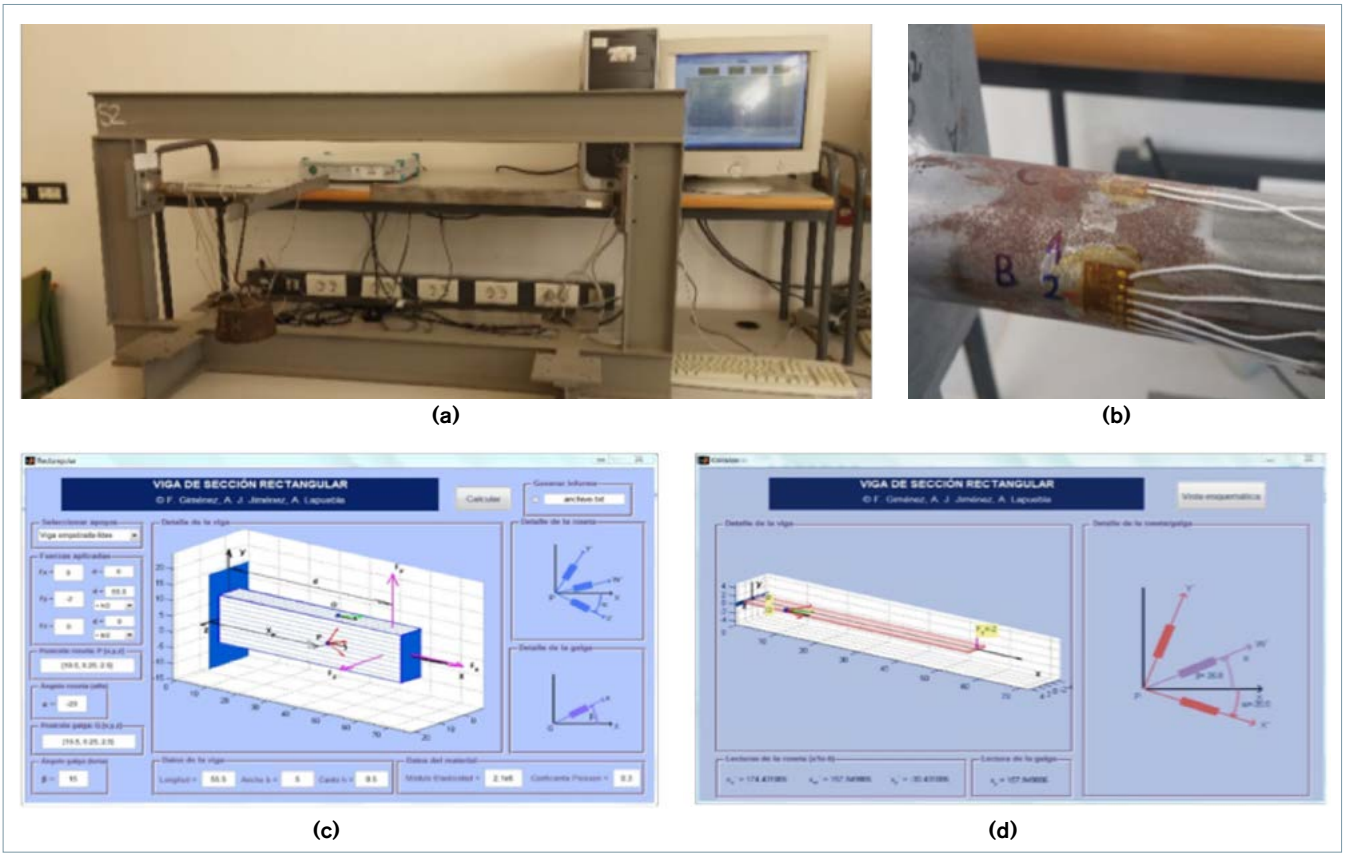


Figura 5. (a) Montaje de prácticas de laboratorio. (b) Detalle de una galga y una roseta adheridas a una pieza metálica. (c) y (d) GUI del laboratorio virtual Rectangular: ventana de introducción de datos y ventana de resultados, respectivamente.

desde un punto de vista cuantitativo, a partir de las numerosas publicaciones que se han realizado al respecto en forma de comunicaciones a congresos docentes y artículos en revistas que tratan sobre la enseñanza de materias científico-técnicas (Giménez-Palomares et al, 2011a) (Giménez-Palomares et al, 2011b) (Jiménez-Mocholí et al, 2011b) (Jiménez-Mocholí et al, 2013) (Jiménez-Mocholí et al, 2014) (Giménez-Palomares et al, 2017).

Desde el punto de vista de los estudiantes

Si los estudiantes disponen de la colección de laboratorios virtuales, pueden comprobar la solución de muchos ejercicios de la asignatura que previamente se hayan resuelto a mano. Por otro lado, un laboratorio virtual también posibilita que el estudiante realice sus propios experimentos, "trasteando" con los datos de entrada para ver su influencia sobre la salida.

Cualitativamente hablando, los estudiantes que han usado los laboratorios virtuales (aunque solo sea alguno de ellos y de forma esporádica) han transmitido a los profesores su satisfacción en cuanto al papel prestado por estos de cara al aprendizaje de la asignatura. Asimismo, y con el fin de obtener una valoración cuantitativa de la experiencia del alumnado con los laboratorios virtuales, los profesores piden a los estudiantes de cada curso que rellenen una encuesta de valoración. Las preguntas de la encuesta están agrupadas en tres factores distintos:

1) Motivación. Valora la motivación del estudiante con la experiencia docente desarrollada dentro del contexto de la asignatura y de cara a mostrar aplicaciones reales de la misma.

2) Aprendizaje. Valora la aportación de la experiencia de cara al proceso de aprendizaje de la asignatura.

3) Manejo. Valora la sencillez y facilidad de uso de la aplicación, así como el tiempo invertido necesario para su correcto manejo.

En la tabla 2 se muestran las preguntas de la encuesta y las puntuaciones medias en cada una a lo largo de los tres cursos en los que ha estado activa (cursos 2014-15 y 2015-16, ya que en el curso 2016-17 la muestra no se consideró estadísticamente significativa). La Figura 6 ilustra las puntuaciones obtenidas.

Conclusiones

En la época del EEES, las universidades españolas que imparten títulos del Plan Bolonia impulsan el uso de metodologías activas con la intención de aumentar la calidad de la enseñanza y así mejorar el rendimiento académico de los alumnos. Esta finalidad propicia el desarrollo y el uso de objetos de aprendizaje, entre los que se prefieren aquellos que involucran TIC y que poseen un marcado componente de contenidos multimedia o de interacción con el usuario. Un ejemplo de estos últimos son los laboratorios virtuales, de los que se ha hablado en este artículo.

Los objetos de aprendizaje basados en TIC tienen, más allá de su finalidad docente y su repercusión positiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje, un interés coyuntural. Por la propia experiencia de los autores, los estudiantes reciben con grado toda información (docente o no) que se les presenta de l modo en que le gustaría recibirla, a saber: contenidos audiovisuales, herramientas interactivas, módulos de

	Pregunta	Puntuación media
A	El laboratorio virtual refuerza los conceptos teóricos explicados en clase y facilita su comprensión.	8,0
B	El laboratorio virtual permite seguir el hilo de los problemas explicados en clase y facilita su resolución ya que se pueden visualizar espacialmente las magnitudes físicas que se manejan en los problemas.	8,1
C	El uso del laboratorio virtual da a la asignatura un enfoque más aplicado, pudiendo extenderse también a problemas de la vida real y profesional.	8,0
D	El uso de estas nuevas tecnologías da a la asignatura básica un enfoque más actual, acorde con los medios al alcance del estudiante.	7,0
E	Los conocimientos de informática necesarios para su utilización son básicos	8,3
F	En conjunto, el uso del laboratorio virtual resulta fácil y sencillo, con una interfaz de usuario atractiva e intuitiva en su manejo.	7,2
G	El tiempo invertido en su utilización resulta adecuado.	6,1
H	La utilización de varios laboratorios virtuales de la colección permite conectar los contenidos de diferentes temas de la asignatura y dotarlos de una mayor continuidad en el curso.	6,7
I	Este tipo de experiencia consigue motivar al estudiante en el estudio de la asignatura.	7,1
J	Resultaría también interesante realizar más experiencias de este tipo en otras asignaturas del curso.	8,3

Tabla 2. Puntuaciones medias de las preguntas de la encuesta de la valoración de los laboratorios virtuales, realizadas por los estudiantes.

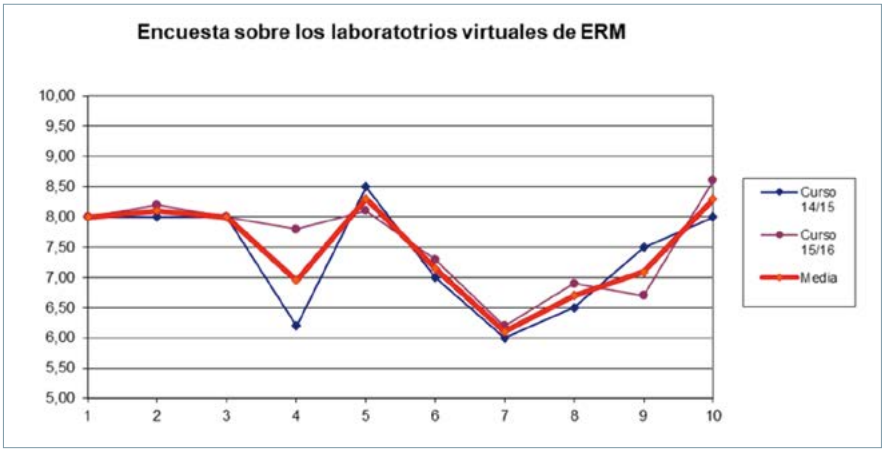


Figura 6. Gráfica que ilustra las puntuaciones medias de las preguntas de la encuesta de valoración.

aprendizaje en plataformas en línea e incluso herramientas orientadas a amenizar el arduo proceso que conlleva la adquisición del conocimiento[9]. En el caso particular de la UPV, se está impulsando e incentivando el llamado *Plan de Docencia en Red*[10] que incluye la generación de laboratorios virtuales, entre otros objetos de aprendizaje. Cabe añadir que una de las líneas prioritarias de actuación estratégica en el ámbito docente es la docencia inversa (*flipped teaching*), en la que los estudiantes deben aprender de manera autónoma los conocimientos que luego se reforzarán en las sesiones del aula. En este contexto tecnificado de las herramientas de docencia y aprendizaje (y de los propios procesos en sí), la elaboración de laboratorios virtuales puede contribuir enormemente a las mencionadas líneas estratégicas institucionales.

En particular, en la experiencia adquirida con el desarrollo y el uso de laboratorios virtuales en la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales de GITI, los autores quieren destacar los siguientes aspectos:

• Los buenos resultados obtenidos, en cuanto a valoración por parte de los usuarios (estudiantes y profesores).

• La colaboración transversal entre departamentos. Los autores de este trabajo tienen distintas afiliaciones, y las diferentes disciplinas que imparten en su labor docente han contribuido de manera sinérgica en la generación de los laboratorios virtuales. Este hecho constituye, de por sí, una fortaleza que debe tener en cuenta la institución, ya que se enriquece el trabajo realizado por los autores y así se transmite a los estudiantes.

• La decisión de desarrollar muchos laboratorios virtuales, de modo que cada uno cubra aspectos concretos de la asignatura, ha demostrado ser mucho más acertada que la pretensión de desarrollar un programa informático de amplio espectro que cubra todos los contenidos de la asignatura.

• El uso de los laboratorios virtuales es favorable al enfoque educativo actual basado en competencias, en especial las relacionadas con el uso de herramientas específicas, como son las informáticas.

• Se constata que el usuario de un laboratorio virtual puede obtener los mismos resultados que si se encontrase realizando el experimento en un laboratorio tradicional. Sin embargo, esta afirmación debe matizarse: un laboratorio virtual, con sus experimentos virtuales, no puede reemplazar jamás

a uno tradicional (el paradigma es un laboratorio de química), con sus experimentos reales (Infante, 2014). Se puede hablar, a lo sumo, de enfoques complementarios, pero jamás de sustituir una modalidad de laboratorio real por un laboratorio virtual. Esta afirmación podría echarse por tierra por condicionantes económicos, ya que el gasto en equipamiento de un laboratorio tradicional supera a menudo, y con creces, la inversión en el desarrollo de laboratorios virtuales, y más cuando es el propio alumno quien pone a disposición su ordenador personal para usarlos. No obstante, esto es un caso particular del que no se ocupa el presente artículo.

En cuanto a las propuestas de mejora, se pueden citar las siguientes:

• La oferta de laboratorios virtuales actualmente disponible no cubre la totalidad de los contenidos de la asignatura Elasticidad y Resistencia de Materiales. Resulta necesario desarrollar más laboratorios virtuales en un futuro.

• Desde un punto de vista técnico, sería más conveniente que los laboratorios virtuales estuviesen disponibles en una plataforma *online*, de modo que los usuarios únicamente precisarían de un navegador web para trabajar con ellos. De este modo, el laboratorio virtual se podría usar con independencia de la plataforma del dispositivo de destino. Es un hecho, además, que la necesidad de descarga del archivo ejecutable del laboratorio virtual y la instalación de los archivos *dll* para poder usarlos en modo local es un factor disuasorio para los usuarios más perezosos.

• Pese a que las encuestas de valoración de los estudiantes arrojan resultados positivos y motivadores, es cierto que las encuestas las responden menos de un 50% de los alumnos matriculados en cada curso. Con el fin de tener una mejor realimentación, deberían ser más los alumnos que participasen.

Como conclusión final, los autores remarcan que el uso de las TIC en la enseñanza superior no lleva aparejada, necesariamente, una formación *completamente satisfactoria* de los alumnos, ni mucho menos debe entenderse como un reemplazo del buen hacer del profesional docente universitario. Las TIC tampoco deben servir como excusa para dejar de asistir a las clases presenciales[11]. El desarrollo de laboratorios virtuales no se motiva por la mera necesidad de innovar por innovar, ni mucho menos por dar una innecesaria apariencia de modernidad. Se trata de dotar al alumnado de herramientas que complementen la formación recibida por los profesores y que les sirva de ayuda para los estudios.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Ciencias de la Educación de la Universitat Politècnica de València la ayuda prestada al Equipo de Innovación y Calidad Educativa MOMA a través del proyecto PIME-2017-B26.

Notas

1 Cualquier plan de estudios universitarios que haya surgido (o se haya modificado) a raíz de dicha declaración se le conoce también de manera genérica y coloquial como *Plan Bolonia*.

2 El denominado *crédito ECTS (European Credit Transfer System,* Sistema Europeo de Transferencia de Créditos), el equivalente académico del euro.

3 Este enfoque está en la línea de las denominadas *teorías constructivistas* (Duffy y Jonassen, 1992).

4 Según la IEEE (Institute of Electrical of Electronic Engineers), un objeto de aprendizaje es cualquier entidad, digital o no, que pueda ser utilizada para el aprendizaje, la educación o la capacitación.

5 Grabación en forma de vídeo de lo que muestra la pantalla de un ordenador. Se ha empleado extensamente como vídeo tutorial de aplicaciones informáticas, operaciones de mantenimiento del ordenador y demás. En la última década, su uso se ha extendido al ámbito docente en todos los niveles.

6 En esta asignatura se estudia el comportamiento mecánico del sólido deformable, con el fin de obtener resultados en forma de esfuerzos internos, tensiones, deformaciones, etc. En el contexto del plan de estudios de GITI, se considera que es la primera asignatura tecnológica del recorrido curricular de las asignaturas del grado relacionadas con la ingeniería estructural.

7 El temario de la asignatura a la que se refiere el presente artículo puede consultarse en una publicación de los autores (Jiménez y otros, 2011a). Por otro lado, si el lector desea profundizar en las disciplinas Teoría de la Elasticidad o Resistencia de Materiales puede consultar, respectivamente, las obras de Ortiz (1998) y Gere y Timoshenko (2009).

8 https://riunet.upv.es/ (consultado el 15 de febrero de 2018).

9 Los autores se refieren a todas aquellas acciones encaminadas a ludificar o gamificar de las actividades del aula, neologismos empleados para soslayar cualquier connotación infantil.

10 En la página web de la UPV dedicada al Plan Docencia en Red se cita textualmente: "Para trabajar en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, la Universitat Politècnica de València ha definido una línea de acción de intensificación del uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones en la docencia. En este marco, la UPV ofrece el Plan Docencia en Red, cuyo objetivo es incentivar en el profesorado la elaboración de materiales educativos reutilizables en formato digital". (https://www.upv.es/contenidos/DOCENRED/indexc.html)

11 A este respecto, se sugiere la lectura del artículo de Villa (2017) aparecido en esta misma revista.

Referencias

Bartolomé A. R. (2004). *Nuevas tecnologías en el aula: guía de supervivencia.* Barcelona, España: Graó.

Depcik C. y Assanis D. N. (2005). *Graphical User Interfaces in an Engineering Educational Environment.* Computer Applications in Engineering Education 13: 48 – 59.

Duffy T. y Jonassen K. (1992). *Constructivism and the technology of instruction.* New Jersey, NY, EEUU: Hilsdale.

Gere J. M. y Timoshenko S. P. (2009). *Resistencia de Materiales.* Madrid, España: Thompson.

Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A., Jiménez-Mocholí A. J., Monsoriu-Serra J. A. (2011a). *Simulación de esfuerzos en pórticos.* Modelling in Science Education and Learning 4(16): 207-221.

Giménez-Palomares F., Monsoriu-Serra J. A., Lapuebla-Ferri A., Jiménez-Mocholí A. J. (2011b). *Un laboratorio virtual para la enseñanza de momentos de inercia de figuras planas.* Modelling in Science Education and Learning 4(18): 231-239.

Giménez-Palomares F., Jiménez-Mocholí A. J., Lapuebla-Ferri A., Monsoriu-Serra J. A. (2017). *Representación de distribuciones tensionales en elementos lineales prismáticos y cilíndricos.* Modelling in Science Education and Learning 10(2): 45-65.

Infante Jiménez C. (2014). *Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas.* Revista Mexicana de Investigación Educativa 19(62): 919-937.

Jiménez-Mocholí A. J., Lapuebla-Ferri A., Romero-García M. e Ivorra-Chorro S. (2011a). *Elasticidad y Resistencia de Materiales: apuntes de clase para las titulaciones de grado en ingeniería.* Valencia, España: editorial de la Universitat Politècnica de València.

Jiménez-Mocholí A. J., Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A. (2011b). *Obtención de las características seccionales de secciones metálicas de pared delgada abiertas.* Modelling in Science Education and Learning 4(20): 251-261.

Jiménez-Mocholí A. J., Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A. (2013). *Círculos de Mohr: un laboratorio virtual para la enseñanza y el aprendizaje de estados tensionales planos.* Modelling in Science Education and Learning 6(1): 157-171.

Jiménez-Mocholí A. J., Giménez-Palomares F., Lapuebla-Ferri A. (2014). *Utilización de laboratorios virtuales para la enseñanza y el aprendizaje de la Elasticidad.* Modelling in Science Education and Learning 7(1): 37-47.

López, F. (2005). *Metodologías participativas en la enseñanza universitaria.* Madrid, España: Narcea.

Michavila F., Ripollés M. y Esteve F., editores (2011). *El día después de Bolonia.* Madrid, España: Tecnos.

Ministerio de Educación. Gobierno de España. *Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades.* Boletín Oficial del Estado (versión on-line, accedida el 14/02/2018).

Ortiz L. (1998). *Elasticidad.* Madrid-España: McGraw-Hill.

Rué J. (2009). *El aprendizaje autónomo en educación superior.* Madrid, España: Nacerca.

The Mathworks (2002). *Creating graphical user interfaces.* Natick, MA, EEUU: The MathWorks.

The Mathworks (2017). *Matlab 2017a user's manual.* Natick, MA, EEUU: The Mathworks.

Villa García, L. M. (2018). *Influencia del grado de exigencia en las asignaturas sobre la valoración de la docencia por parte de los estudiantes de enseñanzas técnicas de la rama industrial.* Técnica Industrial 318: 40-47.

La electricidad como causa del exceso de producción (1929-1935). El caso de la España industrial

Electricity as the cause of excess production (1929-1935). The case of industrial Spain

Javier Aranda Prieto[1*]

Resumen

La introducción a principios del siglo XX de la electricidad como fuente de energía predominante en la industria provocó una intensificación de la producción que desplazó paulatinamente el factor fuerza por el factor de la velocidad. Este cambio se intentó regular, por un lado, a partir de la introducción de la organización científica del trabajo y, por otro, por el continuo desarrollo tecnológico. El exceso de velocidad en la producción sin que hubiera una demanda real que absorbiese la oferta hizo que las empresas vieran un exceso de materias primas y materias acabadas almacenadas en sus almacenes sin que tuvieran la posibilidad de venderlas, por culpa del contexto económico internacional de los años treinta, que finalmente hizo que las compañías de esa década fueran poco rentables. Las empresas, ante la falta de beneficios, efectuaron una serie de recortes salariales y laborales que perjudicó a las economías domésticas y con ello al consumo.

Palabras clave

Empresas, electricidad, crisis económica, trabajo.

Abstract

The introduction at the beginning of the twentieth century of electricity as a predominant source of energy in the industry provoked an intensification of the production that gradually displaced the factor force by the speed factor. This change was tried to be regulated, on one hand, from the introduction of the scientific organization of the work and, on the other hand, with the continuous technological development. The excess of speed in the supply production without a real demand that could absorb this offer made companies see an excess of raw materials and finished materials stored in their warehouses without having the possibility to sell them. This made companies non-profitable. Without benefits, companies faced a series of pay cuts, which, in the end harmed the domestic economies and, therefore, consumption.

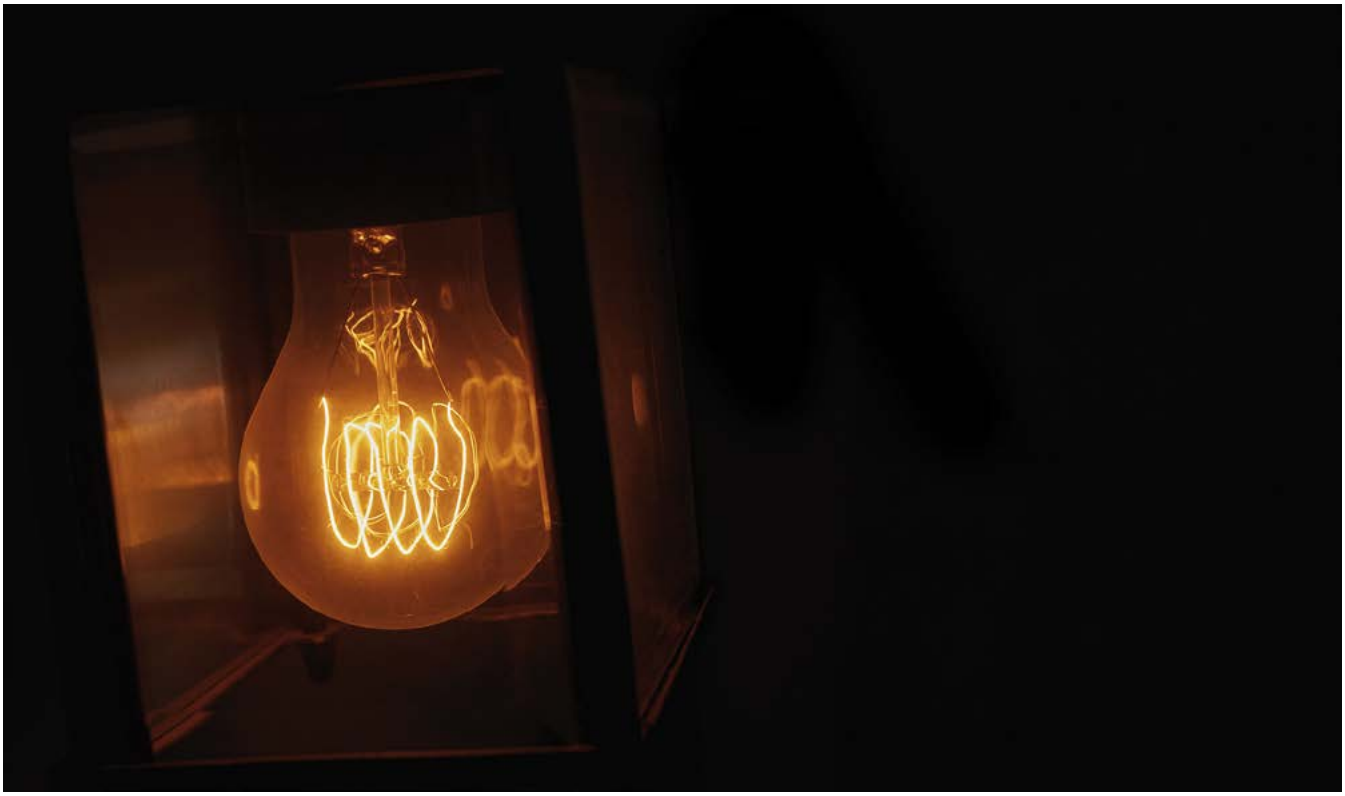
Keywords

companies, electricity, economic crisis, work.

Recibido / *received*: 5.12.2017. Aceptado / *accepted*: 23/02/2018.

[1]Universidad de Barcelona.

*Autor para correspondencia / *corresponding author*: Javier Aranda Prieto (javieraranda@msn.com).



Bombilla antigua de tungsteno. Foto: Shutterstock.

Introducción: la electricidad en España y Cataluña, 1900-1935

En España existían en 1901 unas 859 centrales eléctricas que, como apunta José María Marcos Fano (2003) sumaban 127.940 HP. Según Marcos Fano, el 61% de esta potencia era de origen térmico, mientras que el 39% restante utilizaba la energía hidráulica como fuerza motriz. Con la aparición de la corriente alterna, a principios del siglo XX, cambió el panorama y se abrió la posibilidad de transportar electricidad a gran distancia y, por tanto, de llevar a cabo un desarrollo a gran escala de las centrales hidroeléctricas. Marcos Fano señala que a finales de la década de 1920, la estructura de la generación eléctrica en España había cambiado radicalmente en comparación con la de principios de siglo, ya que se había multiplicado la potencia instalada por 12 hasta alcanzar 1.154 Mw y el 81% de la producción en 1929 era de origen hidroeléctrico. Desde 1930 hasta 1936 se produjo un aumento moderado del consumo eléctrico, el 5% anual, de tal forma que a principios de dicho año la potencia instalada ascendía a 1.491 Mw y existía un cierto exceso de capacidad de producción[1,2].

Por su parte, Isabel Bartolomé Rodríguez (2007) señala que la potencia eléctrica instalada en España tuvo un crecimiento intenso en vísperas de la Primera Guerra Mundial, a partir de 1910, y se sostuvo desde entonces. Bartolomé Rodríguez señala respecto a la producción eléctrica que el ritmo de crecimiento a partir de 1915 fue mayor del que se presumía, pero que también pareció aumentar el efecto de la crisis a partir de 1930. El ritmo de crecimiento de la potencia eléctrica española durante el primer tercio del siglo XX presentó un perfil caracterizado por un aumento intenso hasta 1922, en particular entre 1913 y 1922, con una tasa de incremento acumulativo cercana al 15% anual. Este ritmo disminuyó hasta el 7% entre el último año y 1931, que no alcanzaba el 4% en vísperas de la Guerra Civil[3]. En este periodo la mayor parte de la demanda estaba en Cataluña, País Vasco y Valencia.

En los trabajos de Horacio Capel (1994), se revela que desde los comienzos del siglo XX, gracias a la electricidad, se produjo en Cataluña una clara diversificación industrial por el desarrollo de las construcciones mecánicas y eléctricas. Esta diversificación vino favorecida por la política arancelaria proteccionista, y concretamente por los aranceles de 1891 y de 1906, pero también por la devaluación de la peseta, que encarecía las importaciones, así como por el descenso de los precios de la energía eléctrica. A partir de 1903, cuando los precios del carbón se estabilizaron, la presión cedió, aunque la disminución lenta del precio de los motores mantendría la tendencia a su uso. En todo caso, la organización del sistema de distribución universal apoyaría de forma importante este proceso[4]. En Cataluña, el carbón era caro por las dificultades para importar carbón a partir de 1914 motivadas por la Primera Guerra Mundial. Por ello, las conexiones a la red eléctrica se fueron haciendo generales, ya que eran con mucha frecuencia la única alternativa existente para el mantenimiento de la producción industrial y eso fue a partir de la disminución de los precios de la electricidad, que obligaba a buscar abastecimientos energéticos alternativos. La electricidad permitió una amplia difusión en el interior, lejos de los sectores litorales, donde el coste del carbón llegado por mar era relativamente más barato. Además, la energía eléctrica hizo posible la subdivisión y evitó, por tanto, el uso de poleas y

árboles de transmisión de la máquina de vapor. Cada máquina gastaba solamente la energía necesaria para su funcionamiento, en proporción a la fuerza desarrollada. La energía pudo emplearse también para usos diversos dentro de la fábrica: para los motores, la iluminación e incluso para la tracción. Por último, fue también más barato mantener y reparar los pequeños motores eléctricos que las grandes máquinas de vapor, y cuando había que efectuar dichas esas reparaciones, se hacía en unas máquinas concretas, y no era preciso detener toda la producción, como en el caso de la reparación de una máquina de vapor[5].

Teoría sobre el aumento de la producción industrial, 1930-1935

Los estudios de Antoni Estevadeordal (1986) indican que desde 1921 hasta 1935 la creación de empresas en Cataluña, concretamente en Barcelona, fue disminuyendo y pasó de 1921 a 1925 de 1.850 sociedades constituidas a 1.383 sociedades creadas entre 1926 y 1930. En el quinquenio siguiente, entre 1931 y 1935, solo se constituyeron 775 sociedades[6]. Entre 1929 y 1935 se detectó una bajada de la rentabilidad financiera en muchas de las empresas barcelonesas por un exceso de productos acabados y materias primeras almacenadas en los respectivos almacenes. Mi hipótesis es que este exceso vino causado por el paulatino cambio del carbón por la electricidad y que provocó que se intensificara la productividad de las empresas y se acelerara la velocidad (V) de la propia producción (P). Un exceso de la producción solo se puede entender si incluimos al valor del trabajo (trab), el factor tecnológico de las máquinas (tec) y la electrificación (E) como principios de los costes financieros de las empresas, que en su conjunto modificaron los valores del sistema productivo (Sp), con lo que con esto podríamos decir que:

Sp (total) = (trab i) / (trab j) + (tec i) / (tec j) - (costes i) / (costes j) ± [(V i) / (V j)]

Para concretar que la velocidad/intensidad de la producción dentro del volumen productivo se podría definir como:

Vi x Costesi x trabi x teci = Vf x Costesj x trab j x tec f

Vi x (Costesi x trabi x teci) / (Costesj x trabj x tec f) = Vf

Es decir, la velocidad es la que influye y sufre las consecuencias de los valores del trabajo, integrados en la DG (demanda global) que es igual a C (consumo) + I (inversión) + G (gasto público) + EX (exportación). Dentro de las ideas keynesianas sería:

DG= [[((trabi) / (trabj)) + ((teci) / (tec f)) + ((Costesi) / Costesj) ± ((Vi) / (Vf))] + G + EX] x E

El valor del trabajo realizado se encaja dentro de la demanda global como parte de los costes, en los que estos aumentarán o disminuirán condicionados por la energía empleada. Si se calcula el sistema productivo a partir de la pequeña diferencia existente entre unidades de medida de potencia como es el caso de CV (caballos de vapor) y HP (*horsepower*) se puede llegar a la conclusión:

Sp con CV

Sp (total) = (trab i) / (trab j) + (tec i) / (tec j) - (costes i) / (costes j) ± [(V i) / (V j)]

Sp con HP

Sp (total) = (trab i) / (trab j) + (tec i) / (tec j) - (costes i) / (costes j) ± [(V i) / (V j)]

Al comparar los sistemas productivos antes y después de la introducción de HP, vemos que la variable Vi/Vj es la que rige el propio sistema, en el que la velocidad (V) es igual a la distancia/tiempo, ya que este está incluido en la definición de velocidad y es un parámetro inversamente proporcional a la misma. Esto quiere decir que, si la velocidad aumenta, es porque el tiempo, que hace de dividendo en la ecuación, disminuye. De igual modo, si la velocidad aumenta, es porque la distancia aumenta, ya que la distancia, a diferencia del tiempo, es directamente proporcional a la velocidad. En referencia a esto, podemos concretar que:

Si el caballo de vapor (CV) como potencia es una variable que tiende a 1 (si tomamos como referencia las unidades internacionales (UI), esta hará que el sistema productivo (Sp) disminuya, en cualquiera de los casos. Sin embargo, con HP esta variable tiende a 0,98 (también siguiendo el patrón de UI) con lo cual, el Sp se verá aumentado. La entrada de la electrificación provocó que el factor fuerza (Ff) disminuyera. A más velocidad adquirida menos capacidad de regulación ha de poseer la tecnología. Es el momento en que el factor humano ha de controlar este desequilibrio, pero esto no ocurre, y se producen ciclos febriles en la producción. La clave de esta exuberancia en la fabricación se produjo porque la velocidad (V) siempre es constante, no aminora, independientemente de la tecnología, si acaso la acentúa por la inercia adquirida.

Esta inercia se hace observable a partir de las sobrecargas y cortocircuitos que acaban quemando transformadores y alternadores, como se describe, por ejemplo, en los diarios semanales de la España industrial entre 1914 y 1918 guardados en el Museo de la Estampación de Premià de Mar[7]. Una sobrecarga en el circuito se produce cuando a este se le añaden cargas que no están previstas para que el sistema les pueda suministrar la corriente que necesita para su funcionamiento. A medida que se va agregando cargas al circuito, el consumo de corriente aumenta y, por ello, también el coste. Esta sobrecarga se produce cuando existe un camino de baja resistencia por donde puede circular la corriente. Al ser la resistencia baja, existe un aumento drástico de la corriente eléctrica. Esta relación se puede confirmar cuando existen dos tipos de sistemas generales de alimentación como el sistema de corriente directa (positivo y negativo) y el sistema de corriente alterna (potenciales y neutro). Es entonces cuando se produce el cortocircuito, ya que entran en contacto dos o más de estas líneas de alimentación en un circuito. Este aumento de la corriente se completa a través de la ley de Ohm que desarrolla la teoría de que en un circuito cerrado el voltaje, la corriente eléctrica y la resistencia deben tener valores debidamente controlados para un buen funcionamiento del sistema.

Una condición para que haya un cortocircuito queda determinada al eliminarse desde el punto de vista práctico la resistencia de consumo del circuito, ya que si la resistencia disminuye aproximadamente a cero, la intensidad de la

corriente tiende a infinito y afecta, sobre todo, a los motores monofásicos y trifásicos. Mi teoría es que a principios del siglo XX la electricidad aceleró la producción industrial acortándose los plazos de entrega y venta por culpa del cambio energético sin que se redujeran de manera eficaz los costes, lo que desequilibró el sistema financiero de las empresas, que utilizaron la tecnología no como un medio de desarrollo a nuevas vías de fabricación, sino como modo de reducir la carga de gastos de las compañías, la mayoría con el fin de controlar y reducir la mano de obra o la carga salarial. Esto afectó a las economías domésticas de los trabajadores y a las finanzas de la propia empresa. Un estudio de caso significativo fue la España industrial.

Estudio específico de una empresa: la España industrial, 1913-1935

La primera monografía sobre esta empresa la escribió María Luisa Gutiérrez (2010) como resultado de su tesis doctoral en la que presenta la España industrial como una empresa algodonera de ciclo completo que fue fundada como una sociedad anónima el 28 de febrero de 1847 en Madrid con socios residentes en esta ciudad y en Barcelona. La empresa estableció como capital inicial 50 millones de reales divididos en 25.000 acciones de 2.000 reales cada una, cuyo importe se debía recaudar en etapas sucesivas, no sobrepasando el periodo de tres años. Este tiempo se duplicó, por lo que se retrasó de la posesión de todo el capital social, que nunca alcanzó la cifra que inicialmente se había establecido originariamente en las escrituras[8].

La crisis algodonera de 1860, la llamada *fam de cotó*, afirma Ángel Calvo, fue a causa de la guerra de Secesión de Estados Unidos, y después, la crisis agrícola y colonial de finales de siglo afectaron las ventas de la empresa, por lo que disminuyó la demanda sobre todo en la década de 1880. Esto obligó a España industrial a emprender un cambio tecnológico. Para aumentar la productividad eliminando costes, la continua de anillos pasó a ser la máquina de hilar predominante y sustituyó a las continuas de araña, una de las máquinas de hilar más perfectas. Por causas ajenas a su voluntad y por la inseguridad económica y política debido a la crisis general, en la empresa surgió la necesidad de combinar la producción de los artículos especiales con otros de consumo general y permanente. Con los *pilons* y los paños de algodón, muy solicitados para el invierno, dirección y sus ingenieros habían conseguido modificar el ritmo habitual del mercado, tradicionalmente más volcado hacia el primer trimestre. El malestar general de la industria situaba a la dirección a la defensiva, que no quiso soportar cuantiosas pérdidas, hacer acopios excesivos y poner precios altos por miedo a no vender nada. La maquinaria que la empresa había utilizado desde los primeros años se había quedado anticuada. Las *selfactinas*, entre 1890 y 1905, fueron máquinas más versátiles y capaces de fabricar hilos diferentes que las continuas de anillos. Por ello, el cambio tecnológico tuvo el objetivo, según Ángel Calvo (2004), de reducir sensiblemente los costes laborales unitarios, aumentando la competitividad de la empresa[9]. Las máquinas continuas, según Pahissa (1927), tenían una serie de ventajas en comparación con las *selfactinas*. Primero, una mayor sencillez en su mecanismo; segundo, ocupaba un espacio más reducido; tercero, requería una mano de obra menos cualificada, en la continua era menos difícil de contratar personal e instruirlo; cuarto, el mantenimiento era más fácil y económico, y por último, la apuesta por la continua de anillos frente la *selfactina* fue un aumento de producción muy considerable[10]. Entre 1890 y 1913, la España industrial rompió con una relativa estabilidad tecnológica largo tiempo mantenida en la sección de hilatura, con lo que se perseguía un doble objetivo: economizar mano de obra y combustible. El cambio tecnológico abrió en la empresa un lapso transitorio en el que se acabaron realizando esencialmente cinco reajustes: primero la transformación tecnológica acompañada de diversas huelgas trajo una reestructuración drástica de empleo, el 42%, que supuso una fuerte disminución de gastos. Segundo, la introducción de la continua de anillos abrió la posibilidad de recalificar la mano de obra y cambiar el sistema de retribución sustituyendo obreras adultas pagadas a destajo por jóvenes a jornal acompañado de un ahorro en combustible y reparaciones, así como una mayor perfección del trabajo fabril. Tercero, la dirección se decidió por realizar una reducción de la plantilla. Cuarto, la dirección de la España industrial desde la crisis colonial hasta 1902 optó por transformar también la orientación de la producción pasando de ser una fábrica de estampados a una de panas, sin dejar de lado los géneros pintados. Por último, se impulsó la producción de franela estampada y apareció en 1903 la marca "Pañete de España", de gran éxito no solamente en la Península, sino en el mercado americano y del Levante Mediterráneo. Este cambio de dirección tuvo una razón: el estrecho margen de beneficios a partir de las ventas realizadas en el mercado interior. En 1904, la España industrial tuvo, según Pere Puig Bastard (1993), los peores resultados en sus beneficios de toda su historia con tan solo 6.788 pesetas debido a: primero, la agudización de la competencia, segundo, los precios bajos y, por último, a los escasos beneficios. En cambio, en el segundo semestre de 1905, las circunstancias financieras fueron más favorables: los términos del desastre y la crisis de ventas dejaron paso a los tiempos de "todo va bien" y a un tono de normalidad. Tres años después, en 1908, se introdujeron en la empresa como artículo de venta los veludillos. De nuevo, la pieza clave de esta recuperación fueron los artículos especiales, entre ellos las panas, que se convirtieron en las auténticas protagonistas de la recuperación de la empresa. Los modestos porcentajes iniciales de ventas (3% en 1903), gracias al nuevo producto (las panas), crecieron hasta alcanzar casi el 50% en 1912. Tratándose de un producto de elevado rendimiento, la participación de las panas en el valor total de ventas se situó por encima de estas cifras. Estos resultados aumentaron por la buena salud de la empresa desde 1909 hasta 1914. Durante los años de la Primera Guerra Mundial, la gerencia definió este artículo como "nervio de la casa" y "nervio de la producción", absorbiendo buena parte de la inversión en equipo[11].

En la España industrial fueron los motores eléctricos, de 1913 a 1921, uno de los ejes principales de la estructura global de la empresa. Según se puede discernir por los diferentes planos, su influencia fue en aumento y 17 años después de la instalación eléctrica, en 1930, los motores sincrónicos, con-

tinuos y asincrónicos se combinaron no solo en la instalación eléctrica, sino también en la misma maquinaria de la España industrial con el fin de intentar regular la velocidad de las distintas máquinas de la empresa. El principal problema de la maquinaria, desde la instalación eléctrica en 1913 hasta 1935, fue la poca regulación de la velocidad en la red eléctrica y provocó las principales interrupciones de las cargas de trabajo de la España industrial. Ángel Calvo (2006) muestra que la electrificación en la España industrial aumentó la productividad y, a su vez, contribuyó a la reestructuración laboral a través del cambio paulatino de las selfactinas por las continuas de anillo con las continuas de araña como máquina de transición. Otra reforma tecnológica de la España industrial fue la instalación del sistema *Jacquard*, que produjo una modificación de la fábrica de Sants durante el siglo XX[12].

Por su parte, Carles Enrech realizó un estudio pormenorizado de la estructura laboral de la empresa y señaló que entre 1890 y 1913 la plantilla de la España industrial fue fluctuando entre los 881 empleados de 1890 a los 1.132 trabajadores de 1914. La empresa a finales del XIX, desde 1891 a 1895, aumentó de 912 a 1.167 empleados y mantuvo este número de obreros hasta finales de siglo. A principios del nuevo siglo el número de empleados de la fábrica disminuyó a los 979 empleados en 1900 por culpa de la crisis colonial y la Guerra de Cuba de 1898. Aumentó en 1908 a unos 1.200 en plena recuperación financiera de la empresa. La cifra de contratados siguió fluctuando de los 1.116 de empleados en 1911 a los 1.132 trabajadores de 1914 ya en plena Primera Guerra Mundial habiendo. Un año antes se inició la primera fase de la electrificación de la empresa. En estos años con los caballos de vapor (CV) como potencia empleada la plantilla durante 25 años (1890-1914) fue de una media de 1.024 trabajadores[13].

La plantilla de la empresa aumentó de los 1.100 empleados de 1914 a los 1.322 trabajadores de 1929. En ese periodo la España industrial nunca bajó de los 1.000 trabajadores. En 1920 la España industrial llegó a los 1.019 trabajadores en el inicio de un periodo de crisis financiera que duró hasta 1922, cuando la empresa aumentó a 1.146 empleados. En 1923 se inició la etapa primorriverista en la que la empresa llegó a tener en 1924 un máximo de 1.703 empleados. En 1929 el número de empleados disminuyó hasta los 1.322 por dos razones: el fin de la Guerra de Marruecos y el comienzo de la crisis económica internacional en la que la empresa no alcanzó las cotas de empleados contratados de 1922 a 1924. Se necesitó aumentar la plantilla por la progresiva introducción de HP para mantener la fabricación. Por ello, en este contexto laboral hay que tener en cuenta la producción (P): si la producción aumenta, la energía empleada (HP) y la plantilla laboral aumentan de manera directamente proporcional, ya que, aunque 1 CV = 0,98 HP, se necesita menos gasto de energía con la introducción del HP. Por el contrario, parece ser que se necesitó aumentar el número de trabajadores para generar la producción deseada y dar abasto con lo generado. Con CV y HP como potencias empleadas la plantilla desde 1914 hasta 1929 fue de una media de 1.249 trabajadores[14].

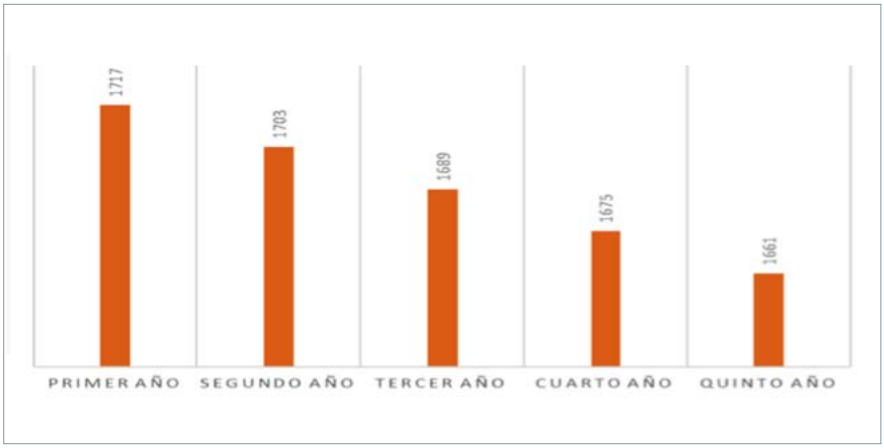


Figura 1. Nivel decreciente de empleados con el aumento de la electrificación. Fuente: Elaboración propia.

El número de empleados de la España industrial entre 1929 y 1935 aumentó de los 1.322 trabajadores de 1929 a los 1.731 trabajadores de 1934. En ese tiempo el coste de la mano de obra fue oscilando entre el 43% y el 50%. Este coste no se equilibró con los beneficios generados por la empresa, que disminuyeron de los 16% de 1929 a los 8-10% entre 1929 y 1935. Por esta razón, una de las medidas tomadas por la empresa fueron los recortes salariales sin que existieran despidos masivos, ya que estos habrían perjudicado la producción generada por la empresa. La electrificación provocó, según los diarios de la España industrial, entre 1913 y 1918, un aumento de la intensidad de la carga del trabajo e indujo muchas paradas a causa de la sobrecarga de los alternadores y generadores[15]. En este continuo proceso tecnológico intervino en 1929 la incorporación de 11 electromotores de 57 HP a 73 HP. Ambas unidades, aunque aparentemente lo parezcan, no son lo mismo, ya que CV equivale a la fuerza sostenida durante un segundo, necesaria para mover un metro de distancia, un peso de 75 kg. Por su lado, HP equivale a la fuerza sostenida durante un segundo, necesaria para mover un metro de distancia, un peso de 76,04 kg. Si se divide 76,04 entre 75, dará el valor de aproximadamente 1,014 de diferencia entre ambas unidades. La política tecnológica no se basó en la búsqueda de la innovación, sino que desde una perspectiva conservadora se intentó rentabilizar al máximo tanto la producción como las propias ganancias a costa de la condición laboral del trabajador, en el que:

Si X --- →75 kg --- →1.731 trabajadores (máxima capacidad de la empresa en 1929)
Si Y --- →76,04 kg --- → ¿X trabajador?
X = 76,04 x 1731/ 75 kg
X = 1,04 x 1731 = 1800 trabajadores
1.800 – 1.731 (iniciales) = 69

La diferencia de trabajadores 1.731 - 69 = 1.662 trabajadores

Si 100 – 1.731
X - 1.662
X = 96
100- 96 = 4%

En el tiempo estimado de un lustro la empresa (4%/5 años) se debería haber ahorrado una media de 0,8% obreros por año de forma constante favorecido por el nuevo sistema eléctrico y el efecto del mayor automatismo de las máquinas (figura 1).

Es decir, una pérdida total de 65 de trabajadores en una media constante de 13 empleados en 5 años, un número insignificante y la Guerra Civil impide analizarlo con certeza. En cambio, si exponemos en el cálculo las nuevas 800 unidades mecánicas que se transformaron en la empresa a partir de los viejos telares en la reforma de la sección de hilados podríamos ver que:

800 x 75 = 60.000 CV
800 máquinas x 76,04 (más fuerza) = 60.832 HP

Es decir, unas 2 personas por máquina (como número aproximado)

60.832 - 60.000 = 832 HP
832/76 = 11 máquinas (aproximadamente)

Esto equivaldría a 22 trabajadores menos de media como resultado de una transformación en la mecánica de producción. Por tanto, el cambio mecánico y energético no estuvo empleado en la eliminación de mano de obra, sino en la aceleración de la producción. Si observamos que:

La Fp (fuerza productiva) = Va (velocidad anterior) – Vi (velocidad inicial) = X
X/Vi = B (valor óptimo para el trabajo)
B x 100 = Resultado en porcentaje (%)

La velocidad constante con el cambio de maquinaria y la electrificación permitió que la fuerza perdiera porcentualmente de manera constante importancia dentro del factor trabajo de la empresa y con ello permitiera el cambio del perfil del trabajador o el sostenimiento de los salarios a la baja dentro de la organización de una empresa que tenía por su propia composición empresarial una gran carga estructural respecto a su plantilla de trabajadores.

Siendo N = Newton (SI)
Fp = V25 m/S - > 200 N
V30 m/s - > 160 N
200 -160 = 40
40/200 = 0,2
0,2 x 100 = 20%

Es decir, a más velocidad, más fuerza-energética, y con ello menos necesidad de fuerza-trabajo. En este caso el 20% menos, como se demuestra con el aumento de la fuerza-fluidez. Lo que no enseña los archivos de la empresa fue la frecuencia de la producción, aunque la paulatina pérdida de la fuerza utilizada hace pensar que, como antes he mencionado, se acortaran los plazos de fabricación produciendo como consecuencia un exceso en los almacenes de materias primas y productos acabados sin que estos, producto del contexto internacional, se pudieran vender.

Este proceso no modificó en número la plantilla de la sociedad, pero sí el perfil de la mano de obra, radicalizando los métodos de contratación que ya se realizaban en la empresa en el siglo XIX, según explica, entre otros historiadores, Enriqueta Camps (1990) en su artículo sobre la España industrial y la estructura salarial de la empresa[16]. El papel de la tecnología fue muy importante como generador y a la vez regulador de la producción en el que no siempre cumplió un papel eficiente[17].

El desarrollo técnico como mecanismo regulador en la España industrial

En la España industrial fue la continua de anillos desde finales del 1880 hasta 1913, dentro del proceso modernizador programado por la empresa, como indica Ángel Calvo (2004), la que desplazó paulatinamente a la continua de arañas y a las *selfactinas* de la fabricación asumiendo de manera paulatina la producción de urdimbre y de trama. Hubo una breve fase de transición o ensayo en la que convivieron los tres tipos de máquina; de las tres la *selfactina* y la continua de anillos fueron las más importantes en la manufactura de la empresa[18].

El coste energético, como señala Carles Enrech (1990), antes de 1923 estaba dominado por el carbón, pero esta situación varió sustancialmente desde aquel año. A partir de entonces, el 86% de la energía empleada en las operaciones de hilar y tejer el algodón fue de procedencia eléctrica[19]. Königslow (1924-1937) señaló que no toda electrificación como la que se realizó en la España industrial en 1913 pudo efectuarse sin problemas. Esto lo certifican los diarios semanales de 1913-14 a 1918 de la empresa conservados en el Museo de la Estampación de Premià de Mar, en los que se señala que en dicha instalación hubo esencialmente dos problemas: en primer lugar, la poca capacidad de regulación de la velocidad del sistema eléctrico en la máquina y, en segundo lugar, la excesiva potencia de la red eléctrica, que no pudo soportar en algunas ocasiones la gran carga de trabajo producida en la empresa.

En el Museo de la Estampación de Premià de Mar se conservan planos de 1930 de diseños, máquinas como el *Molinete Blanqueo*, la *Máquina de Escurrir Vacío*, la *Batidora* y el *Tranvía de Escala Vacío*. En estos planos se observa cómo se utilizó posiblemente, desde 1913 hasta 1935, una serie de sistemas o engranajes para paliar el defecto del exceso de velocidad en las máquinas que quemaba alternadores y generadores. Estos engranajes que utilizó la España industrial fueron dos según el diseño mecánico de la época: por una parte, se utilizó el sistema de la polea-correa que se empleó para transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes distantes permitiendo aumentar, disminuir o mantener la velocidad de giro del eje conductor, al mismo tiempo que mantenía o invertía el sentido de giro de los ejes. El uso de múltiples poleas permitió obtener una gran ventaja mecánica, ya que elevaba grandes pesos con poco esfuerzo que permitían regular la energía desarrollada. Otro medio que permitió regular la velocidad de la fabricación fue el uso de alternadores y transformadores como se puede ver en los archivos conservados en la ANC de un distribuidor tecnológico de entonces como fue la Siemens de Cornellà[20].

La Siemens SA de la fábrica de Cornellá, 1920-1935

El ingeniero catalán Lluís Muntadas i Rovira, hijo de José Antonio Muntadas y Campeny que fue uno de los fundadores y director de La España industrial, se convirtió en 1897 en el fundador en Barcelona de La Industria Eléctrica SA. La nueva fábrica fue el inicio de la construcción, el 21 de julio de 1910, de la sociedad Siemens Schuc-

Sección	Edades	Nº Trab.	Horas	Total pesetas
Tolería	19-65 (43,5)	19	48	140-150
Torneaje	17-64 (45,9)	43	48	140-150
Ajustaje	18-64 (36,4)	7	48	90-150
Calderería	18-58 (41,3)	21	48	90-150
Fraguas	33-39 (36)	2	48	146-150
Bobinaje	18-69 (29,1)	61 (43)	48	75-150
Aislamientos	18-61 (38,3)	12 (3)	48	75-150
Trefilería	18-55 (34)	10 (4)	48	80-150
Finisaje	16-58 (33,3)	21	48	90-150
Reparaciones	20-43 (29,5)	10	48	143-150
Pintores	29-47 (40,3)	4	48	143-146
Pequeña mecánica	19-58 (43,3)	36 (20)	48	75-150
Galvanización	27	1	48	143
Cuadros	22-35 (28,5)	2	48	146-150
Reparaciones de herramientas e interiores	19-61 (40,6)	10	48	143-150
Carpintería y modelistería	16-67 (45,6)	11	48	90-150
Fundición	17-64 (39,9)	67	48	90-150
Brigada móvil	28-68 (40,5)	16	48	140-243
Sala de pruebas	22-44 (34,6)	3	48	143-146
Contadores eléctricos	19-40 (24,2)	26 (22)	48	75-146
Contadores de agua	17-39 (23,4)	25 (15)	48	75-150
Semanales	27-69 (41,8)	28	48	143-170
Administrativos	16-62 (31,5)	54 (3)	-	1.200-250
Técnicos y encargados	15-64 (42)	25	-	1.400-200
TOTAL (24 secciones)	**36**	**483**	**192 (men.)**	**300-600 (men.)**

Tabla 1. La estructura laboral de Siemens en la década de 1930. Fuente: Elaboración propia, ANC, número, 3209, Personal, 1937.

kert Industria Eléctrica SA, a partir de un capital social de 4,5 millones de pesetas. A la idea empresarial de Lluís Muntadas se unió el proyecto de Siemens, un socio financiero y tecnológicamente poderoso, presente desde 1895 en España. Entre 1908 y 1910 las construcciones más populares fueron los funiculares de Vallvidrera y del Tibidabo. Cuatro años después, en 1914 estalló la Primera Guerra Mundial y los talleres de la fábrica quedaron aislados de la casa central, aunque debido a la neutralidad de España, muy pronto se inició en la fábrica una industrialización muy variada de productos. La demanda en esta etapa fue extraordinaria y favoreció la fabricación en serie. Después de la guerra, en la década de 1920 la empresa tuvo una etapa de esplendor. En 1920 se amplió el taller principal y, ya avanzado 1923, se incrementó el programa de fabricación de la empresa. En 1925 la fábrica superaba ya los 50.000 m^2. Esta época de crecimiento culminó en 1929 con el cambio de la razón social Siemens Schuckert Industria Eléctrica SA[21]. Este cambo social pudo suceder, aunque sean conjeturas, por dos razones: por un lado, por una necesidad financiera por parte de la fábrica matriz dentro de la crisis internacional que existió después de 1929 y en el que Alemania fue una de las mayores afectadas en Europa. Por otro lado, esta deslocalización permitió que la fábrica de Cornellà tuviera una independencia en los negocios que no habría tenido estando sujeta a los parámetros de la fábrica matriz.

El archivo histórico de la Siemens, aunque sesgado, contiene una serie de documentos importantes para la presente investigación. La estructura de la fábrica de Cornellà, condicionada por la Guerra Civil, se compuso de 24 secciones con una plantilla de 483 trabajadores (habían llegado a tener 600 empleados), 373 hombres y 110 mujeres con una media de edad total de 36 años. En esta estructura laboral en la que se trabajaba 48 horas semanales, 192 mensuales (entre 7 y 10 horas diarias), el papel de la mujer se concentró en general en las secciones de bobinaje, pequeña mecánica, contadores eléctricos y de agua (tabla 1). A nivel profesional y salarial mientras los hombres jóvenes eran aprendices y podían ganar unas 90 pesetas semanales, las mujeres jóvenes eran ayudantas y ganaban entre 75 y 80 pesetas semanales. Esta diferencia salarial también sucedía con los operarios y las operarias.

Las secciones con una media de edad más joven fueron la sección administrativa, la de bobinaje, contadores de agua y eléctrico, mientras las secciones de mayor edad fueron la del torneaje,

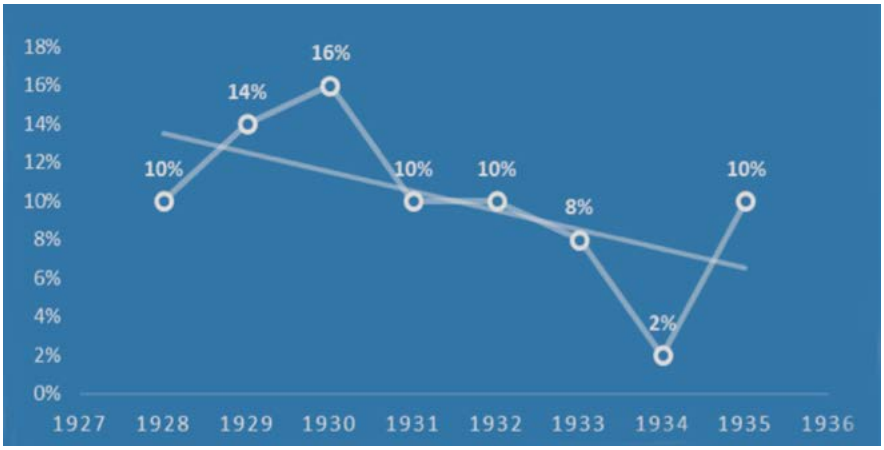


Figura 2. Las bajas de obreros en la fábrica de Cornellà, 1929-1935. Fuente: Elaboración propia, ANC, caja 650, bajas de personal.

Años	Altas	Bajas	Días trabajados alta	Días trabajados baja
1930	95	56	1.705	670
1931	77	74	2.724	793
1932	44	32	2.101	576
1933	37	39	717	455
1934	26	37	713	499
1935	19	17	385	224

Tabla 2. La Caja de Pensiones para la Vejez y de Ahorros, 1930-1935. Fuente: Elaboración propia, ANC, caja 650, pensiones.

tolería, técnicos y encargados y la fundición. El nivel de salario mensual fue entre las 300 y las 600 pesetas mensuales (entre las 75 pesetas por semana de las ayudantas y las 150 pesetas de los operarios), aunque había unos salarios superiores como las 1.200 pesetas para los cajeros y las 1.400 pesetas para los ingenieros. En general, los salarios de administrativos, técnicos y encargados eran superiores. Entre 1929 y 1935 la documentación histórica de la empresa desaparece casi por completo, pero existen algunos datos que indican que alguna dificultad existió en esta etapa (figura 2).

En una documentación tan desordenada y vacía como el de la Siemens he podido encontrar en unos 50 casos (los documentos anteriores a 1928 no están expuestos) que la empresa desde 1929 hasta 1936 dio la baja laboral en la mayoría de los casos sin que la propia empresa lo reseñara, a no ser que fuera por fallecimiento o servicio militar. Es decir, en un caso mayor, la causa del despido o cese del empleado de su función laboral y fueron 1929 y 1930 los de mayor cantidad de bajas profesionales con un 14% en 1929 y un 16% en 1930. Disminuyó al 10% de los casos estudiados entre 1931 y 1933, un dato sustancial.

Esto es un indicativo ya que mirando casos anteriores al marco cronológico indicado, la empresa fue más rigurosa a la hora de explicar bajo su código interno los motivos por los que un empleado era despedido o ella rescindía al empleado su contrato. Entre 1920 y 1927 la empresa adjuntaba un certificado médico si este cese había sido por motivos de salud o explicaba detalladamente en el apartado de observaciones el motivo que la había llevado a despedir al trabajador. En esta etapa entre 1929 y 1935 practicaba los contratos parciales o provisionales y se habían eliminado los despidos de los trabajadores en condición de fijos. Entre 1929 y 1935 los empleados de Siemens se fueron adhiriendo a la Caja de Pensiones para la Vejez y de Ahorros y 1930 y 1931 fueron los años de más altas, con 95 y 77, respectivamente, y más bajas con 56 y 74 empleados (tabla 2).

Los años posteriores la tendencia de altas y bajas fueron disminuyendo. Las altas pasaron de las 44 en 1932 a las 19 en 1935, mientras que las bajas disminuyeron de las 32 en 1932 a las 17 de 1935. Con todo, tuvieron un repunte entre 1933 y 1934 con 39 y 37 bajas. En estos documentos encontrados no se especifica si el resto de la plantilla se había adherido a la Caja de Pensiones o esta era poco representativa entre los trabajadores. Los días trabajados en el apartado de altas tuvieron su máximo entre 1931 y 1932 con 2.724 y 2.101, respectivamente, quizá porque en estos años se apuntaron los trabajadores con más días trabajados, mientras que tuvieron su mínimo en 1935 con 385. En cambio, los días trabajados en el apartado de bajas tuvieron su máximo en 1930 y 1931 con 670 y 793. El mínimo fue 224 en 1935.

Concluyo que en el apartado de altas las ganas de ahorro por parte de los obreros fueron disminuyendo y, por otra parte, en el apartado de las bajas se reflejan los despidos o ceses de contrato de los trabajadores fijos que en el apartado de bajas de personal no aparecen. Si estos datos pareciesen insuficientes, yo mismo he incorporado algunos datos del registro de comandas entre 1929 y 1935 y de las libretas en las que se explica qué se desarrolló desde un aspecto técnico en Siemens en aquellos años (tabla 3).

En el registro de comandas de Siemens se refleja que entre 1929 y 1932 cómo las empresas que se relacionaron con la sociedad alemana pidieron adquirir en general sobre todo motores eléctricos que permitieron la intensificación de la producción. Algunas de estas empresas fueron muy importantes para Siemens, como fue el caso de Alcabel y los Talleres de Zorroza SA, que fueron clientes durante tiempo, al igual que los Altos Hornos de Vizcaya, que fue la mayor empresa de España durante gran parte del siglo XX y que surgió por la fusión de varias empresas siderometalúrgicas de Vizcaya. En la etapa entre 1932 y 1935 en el registro de Siemens se observa que las empresas registradas empezaron a pedir transformadores de una manera masiva, entre ellas la de los Altos Hornos de

Vizcaya, en un intento de filtrar bien la intensidad en el trabajo y regular el trabajo de la fábrica en plena crisis económica.

El dominio del motor trifásico, 1920-1927

El motor de corriente continua, que fue predominante en los inicios de siglo, fue perdiendo vigencia a partir de 1920 por los motores de corriente alterna por varias razones: era más económico; por la amplia gama de voltajes que se obtiene a partir del uso del transformador; las máquinas de corriente alterna son sencillas, robustas y no requieren mucha reparación y mantenimiento durante su uso; la corriente alterna se puede convertir rápidamente en corriente continua con ayuda de rectificadores y, por último, cuando la corriente alterna se suministra a voltajes elevados en una transmisión a larga distancia, las pérdidas de línea son menores si se comparan con una transmisión de corriente continua.

Entre 1923 y 1927 se diseñaron y fabricaron en Siemens motores trifásicos de seis bornas que, posteriormente, se redujeron a tres. Las ventajas de los motores trifásicos sobre los monofásicos pudieron deberse a que los trifásicos son más eficientes energéticamente, ya que, a igual potencia usan menos corrientes. Además, estos tienen un mayor par de arranque y menos piezas susceptibles de estropearse que los monofásicos[22]. Entre 1923 y 1933 la fabricación de nuevos transformadores fue más intensa en un intento de regular la sobrecarga de trabajo en la fabricación de empresas como la España industrial.

El dominio del transformador como dispositivo regulador, 1923-1933

En Siemens diseñaron entre 1929 y 1933 un alternador F3 con excitatriz en derivación con polos auxiliares y regulador. El inconveniente fundamental de este tipo de generador es que cuando trabaja en vacío (sin conectar ningún receptor exterior), al ser la corriente nula, no se excita. Además, cuando aumenta mucho la corriente de carga, también lo hace el flujo inductor, por lo que la tensión en bornes de la dinamo también se eleva. Esto hace que este generador sea muy inestable en su funcionamiento y, por tanto, poco útil para la generación de energía eléctrica[23].

Empresa	Lugar	Pedidos
Años 1929-1932		
Alcabel	-	Varios
Industrias Pecuarias	Pozoblanco	Motores
Sdad. Electroquímica de Fluix	Barcelona	Motores
Fundición Tipográfica	Barcelona	Motores
Material Móvil	Zaragoza	Motores
Compañía Eléctrica	San Sebastián	Motores
Papelera Española	Bilbao	Motores
Hidroeléctrica	Figueres	Bobinas
Hidráulica Santillana	Madrid	
Talleres de Zorroza SA	Bilbao	Polos
Años 1932-1935		
Fábrica de chocolates Elgorriaga	Irún	Mot/Transf
Sociedad Española de construcción Babcock & Wilcox	Bilbao	Transf
Bombas Ideal SA	Valencia	Motores
Sdad. Gral. Gallega de Electricidad	La Coruña	Transf.
Cía. de alcoholes	Madrid	Transf.
Industrias de Núñez	Betanzos	Transf.
Maquinista	Barcelona	Transf.
Altos Hornos de Vizcaya	Bilbao	Transf.
Sdad. Española de Construcción Naval	Ferrol	Ventiladores
Unión Química Española SA	León	Transf.

Tabla 3. Registros de comandas (20 principales empresas), 1929-1935. ANC, elaboración propia, Caja 354, núm. 2041-2043.

En esta etapa también se siguieron fabricando motores monofásicos de inducción ya que había muchas instalaciones, tanto industriales como residenciales, a las que la compañía eléctrica solo suministraba un servicio de *ca* monofásico. Además, en todo lugar casi siempre había necesidad de motores pequeños que trabajasen con suministro monofásico para impulsar diversos artefactos electrodomésticos como máquinas de coser, taladros, aspiradoras y acondicionadores de aire. Entre 1928 y 1935 se diseñó un alternador F331-371, con excitatriz exterior en derivación con polos auxiliares y con dos reguladores, uno en serie y otro en derivación. La combinación de los efectos serie y derivación en la excitación de la dinamo tenía el objetivo de que la tensión que suministrase el generador a la carga fuese mucho más estable para cualquier régimen de carga. La gran estabilidad conseguida en la tensión por las dinamos con excitación *compound* pudo hacer que esta fuese en la práctica la más utilizada para la generación de energía[24]. Otro componente

	1929	1930	1931	1932	1933
Local (Urq.)	1.654.129	1.639.686	1.622242	1.604.799	1.587.355
F. Sants	1.488.749	1.491.657	1.533.831	1.508.465	1.485.132
F. Sabadell	-----	-----	350.000	346.500	393.096
Maq. Sab.	-----	------	989.867	1.001.846	994.166
Maquinaria	4.038.766	3.906.199	4.358.8709	4.312.236	4.285.063
M. Eléctrica	140.584	136.472	----	128.249	124.137
Gastos	228.439	242.814	228.315	240.389	298.670
Mercancías	4.086.029	5.085.749	6.993.389	6.949.171	6.160.844
"Deudores"	2.786.435	2.899.984	4.044.334	4.834.986	5.521.445
Caja	1.588.458	1.548.589	316.341	1.331.211	1.938.369
Activo	18.113.223	18.191.738	22.397.202	23.616.616	23.691.481
Capital	8.000.000	8.000.000	10.000.000	10.000.000	10.000.000
Acreedores	450.469	1.327.954	2.000.023	831.858	444.707
Deudas	32.994	34.794	163.362	44.708	123.418
Accionistas	585.702	429.640	253.446	177.036	198.996
Beneficios	1.795.453	1.275.472	1.191.164	1.164.644	1.519.457
Fondos res.	800.000	800.000	2.530.500	2.532.500	2.532.000
Seguros	6.448.603	6.323.877	6.223.877	6.323.877	6.323.877
Pasivo	18.113.223	18.191.738	22.397.202	23.616.616	23.691.481

Tabla 4. Los balances de situación de la España industrial, 1929-1933 (pesetas). Fuente: Elaboración propia. ANC, balances de situación (1929-1933), fondo de la España industrial, (22.5).

de la regulación de las industrias que eran suministradas por Siemens fue la fabricación de ventiladores, de los que entre 1929 y 1935 la empresa requirió una modificación en su desarrollo. En las diferentes libretas de fabricación de la sociedad se menciona una serie de observaciones en este punto como fue el caso de los rodetes de los ventiladores que a partir de 1929 se hicieron en la fundición, donde se prestó cierta atención de que no hubiera poros en el resultado final de la fabricación. En el proceso de producción todos los ventiladores se tuvieron que probar con un aumento de la velocidad del 20% sobre lo normal para equilibrar el producto cuidadosamente con el intento de no sobrecalentar las máquinas[25]. El progreso tecnológico fue el canal por el que se produjo el aumento continuo de la intensificación del trabajo gracias al creciente desarrollo de la energía eléctrica. Este continuo exceso de desarrollo energético se quiso aprovechar en una primera etapa para poder generar todos los beneficios posibles dentro de la feliz coyuntura económica de la década de 1920 y en una segunda etapa a partir de 1929, para compensar las carencias financieras de las empresas en la siguiente década a causa del estallido de la gran burbuja económica originada en Estados Unidos. La crisis de 1929 y el proteccionismo practicado en el mercado internacional hicieron que entre 1929 y 1935 se produjera un exceso de la producción que acumuló un gran número de existencias en los almacenes de las empresas sin que hubiera una posibilidad real de negocio por falta de demanda. Esto se acabó manifestando en los balances de las empresas en un oscilante aumento de las pérdidas en los beneficios de la compañía. Ante esta situación, las empresas formularon distintas estrategias para frenar la situación crítica de sus finanzas, desde un aumento de capital por parte del accionariado, aumento de los depósitos crediticios que benefició a los bancos, diferentes recortes salariales hasta despidos masivos y el cierre de la empresa. Eran diversas las estrategias según el contexto social y la situación financiera de la propia sociedad. En el caso de la España industrial, esta crítica situación se reflejó en una serie de balances de situación entre los años 1929 y 1933 que detallaron algunas de las dificultades financieras de la empresa, entre ellas la del exceso de producción.

Balances de situación de la España industrial entre 1929 y 1933

A finales de 1928, los directivos de la España industrial no pudieron ocultar que la empresa estaba en crisis porque los beneficios no cubrían los gastos. Esto se arregló en mayor medida por el aumento de capital social y el de las líneas crediticias, aunque autores como Enric Ribas Mirangels (1999) señalan que esta situación se aderezó gracias a una emisión de bonos[26]. Por ello, en 1929, se hizo un primer balance de situación, al que siguieron otros hasta a 1933, inclusive (tabla 4).

La hipótesis de Enric Ribas sobre la emisión de bonos solo maquillaría los resultados económicos en una situación de crisis financiera tan seria como la de entonces y la de descapitalizar la situación patrimonial de la empresa, con lo que sería más difícil fiscalizar sus cuentas. Las emisiones de bonos nunca solucionarían los resultados financieros de la empresa de forma permanente. Analizando estos balances

de situación de 1929 a 1933 se pueden conocer las características de la crisis que atravesó la España industrial en esos años. Entre 1929 y 1933 existió un equilibrio entre el activo y el pasivo de la empresa. En 1929 se contabilizó en el balance de la empresa un activo-pasivo de 18.113.223 pesetas que aumentó de manera progresiva en 1933 hasta la cantidad de 23.691.481 pesetas. En el activo fijo de la España industrial demostró poseer un valioso patrimonio inmobiliario englobado en la fábrica de Sants a la que se le añadió la sede de plaza Urquinaona en 1924 y la fábrica de Sabadell en 1931. Este valor patrimonial fluctuó entre las 3.142.878 pesetas de 1929 (sin la fábrica de Sabadell) hasta las 3.465.583 pesetas ya con la fábrica de Sabadell en funcionamiento. Otro importante valor fijo de la empresa fue la maquinaria, cuyo valor osciló entre los 4.038.766 pesetas de 1929 a los 4.285.063 pesetas en 1933 sin que hubiera en aquellos años muchas diferencias. El valor de la maquinaria fue muy exiguo en comparación con el valor total de la maquinaria de la sociedad. En el activo circulante de la empresa el valor de las mercaderías aumentó de 4.086.029 pesetas en 1929 a las 6.160.844 pesetas en 1933, y hubo un repunte en 1931 de 6.993.389 pesetas. En el activo realizable el costo de los deudores aumentó de las 2.786.438 pesetas a las 5.521.445 pesetas. En caja la empresa se mostró aparentemente saludable pues aumentó de las 1.588.458 pesetas a las 1.938.369 pesetas en el 1933. En ese periodo existió un aumento de las líneas de crédito como la incorporación del Banco Zaragozano y el Banco Arnús, este último dedicado a los valores bursátiles.

En el pasivo exigible a corto plazo o fondos ajenos a corto plazo el costo de los acreedores osciló entre las 450.469 pesetas de 1929 a los 2.000.023 pesetas, para volver a disminuir en 1933 a las 444.707 pesetas. Las deudas contraídas fueron exiguas, entre las 32.994 pesetas de 1929 a las 123.418 pesetas de 1933, posiblemente porque fueron absorbidas por los beneficios de la empresa, que disminuyeron de los 1.795.453 pesetas en 1929 a los 1.191.164 en 1931 como punto más bajo, para aumentar a las 1.519.457 de pesetas en 1933. En el pasivo a largo plazo por su parte, destacó la emisión de bonos al 6%: que apareció en 1932 (Enric Ribas) para contrarrestar las deudas a corto plazo y solventaron de una manera momentánea la crisis financiera de la empresa. En la masa patrimonial del neto destacó que el capital social aumentó en 1931 de ocho a diez millones y que por el contrario el valor de las acciones se fue empobreciendo de las 585.702 de pesetas en 1929 a las 198.996 de pesetas en 1933. El fondo de reserva de la empresa pasó de las 800.000 pesetas en 1929 a dividirse en fondo de reserva especial en el que había 1.532.000 pesetas en 1933 y un fondo estatutario en el que se depositó un 1.000.000 de pesetas a partir del 1930. La España industrial poseía un fondo que cubría posibles accidentes cuyo valor osciló entre los 6.448.603 pesetas en 1929 a los 6.323.877 pesetas de 1933.

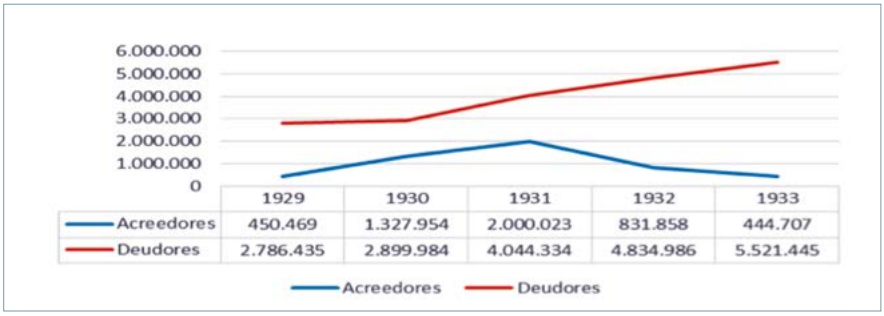


Figura 3. Deudas a favor y en contra según los balances de situación, 1929-1935. Fuente: Elaboración propia. ANC, balances de situación, fondo de la España Industrial, (22.5).

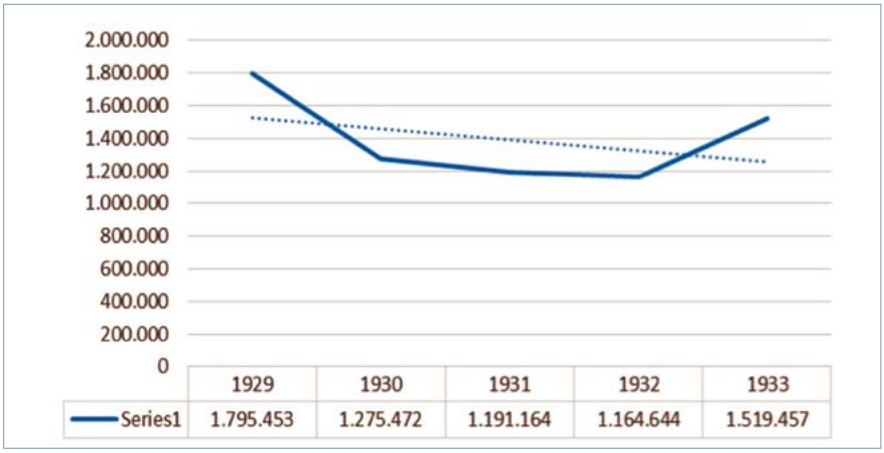


Figura 4. Los beneficios económicos de la España Industrial. Fuente: Elaboración propia. ANC, balances de situación, fondo de la España Industrial, (22.5).

Las razones del desequilibrio en los balances de la España industrial

La España industrial entre 1929 y 1933 tuvo un margen de maniobra limitado por varias razones. Primero, por culpa de las deudas que tuvo la empresa en esos años. Entre 1930 y 1932 la empresa tuvo un problema con los acreedores, sobre todo en 1931 con 2.000.023 pesetas[27]. Entre 1929 y 1933 las deudas debidas fueron una mala noticia para la empresa ya que fueron aumentando de 2.786.435 pesetas en 1929 a 5.521.445 pesetas en 1933 (figura 3).

Segundo, otro problema que tuvo la empresa entre los años 1929 y 1933 fueron los beneficios de la España industrial, demasiado exiguos. En 1929 los beneficios fueron de solo 1.795.453 pesetas y disminuyeron en 1932 a 1.191.164 pesetas, años en los que solo existió un pequeño repunte en 1933 con 1.519.457 de pesetas[28] (figura 4).

Tercero, entre 1929 y 1933 al problema de las deudas y los pobres beneficios, se le unió el alto valor de la producción. Este es el conjunto de gastos (materiales, salariales, etc.) que tiene un producto acabado. Este valor de la producción fue aumentando de 11.227.116 pesetas en 1929 a 15.796.902 pesetas en 1933[29].

El valor de la producción de la España industrial aumentó, primero, por los gastos salariales de la empresa que llegaron a ser el 50% de la carga finan-

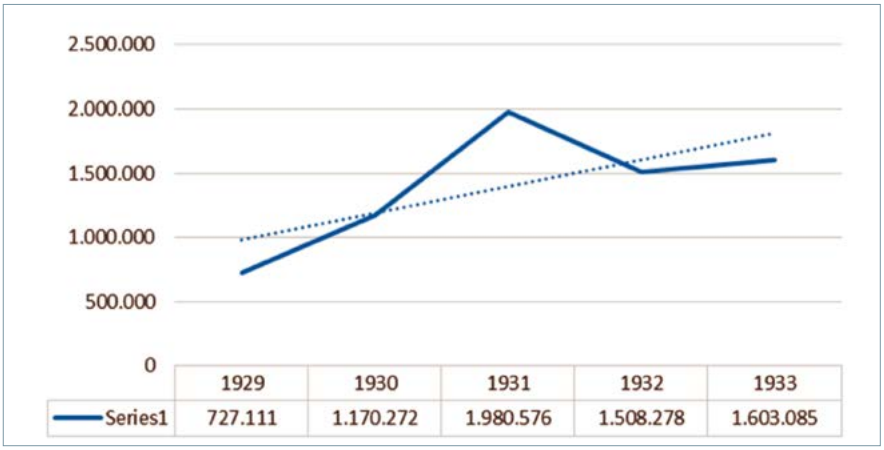


Figura 5. El valor de las materias primeras acumuladas en la España industrial. Fuente: Elaboración propia. ANC, balances de situación, fondo de la España industrial, (22.5).

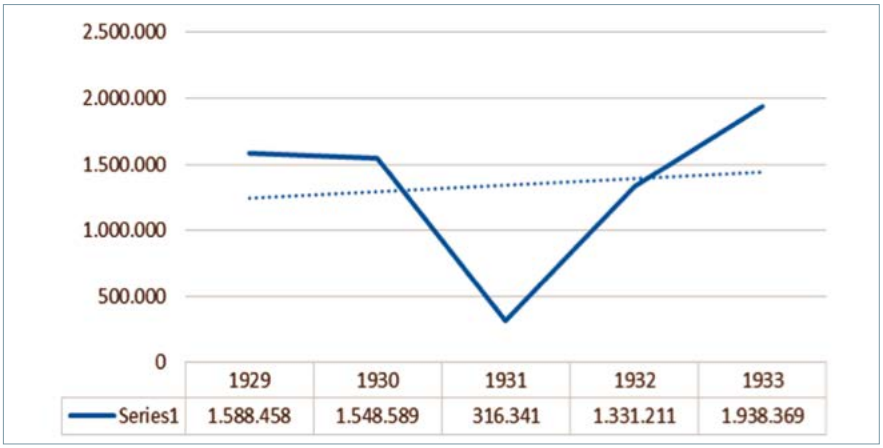


Figura 6. Evolución de la línea crediticia de la España industrial, 1929-1933. Fuente: ANC. Fondo de la España industrial, balances de situación (22.5).

ciera de la España Industrial y, segundo, por el exceso de materias primas en los almacenes de la sociedad. El gasto de las materias primas entre 1929 y 1933 aumentó de 727.111 de pesetas en 1929 a 1.603.085 de pesetas en 1933. Hay que recordar que Carles Enrech (2004) señaló que la especulación del valor de las materias primas fue lo que provocó el sostenimiento de las finanzas de la sociedad entre los años 1929 y 1935. Los aumentos continuos e inesperados de la materia prima causaron un descontrol en el manejo del efectivo en los empresarios y en el establecimiento de precios. Cuando existe un aumento del coste de materia prima, el empresario debe tener mayor capital de trabajo para surtir su material, lo que ocasiona una inversión inicial adicional a la que no siempre se está en condiciones de hacer frente. Si el empresario tiene la política de inversión reflejada en su capacidad de ahorro, podrá afrontar los aumentos del coste de los inventarios o de la materia prima. En caso contrario, tendrá que adquirir un préstamo para capital de trabajo en instituciones financieras o adquirir financiamiento espontáneo a través de proveedores. En cualquiera de las dos situaciones, la empresa aumentará su nivel de endeudamiento. En el caso de la España industrial la hipótesis es que la empresa pudo intentar solucionar su mala situación financiera a partir de las dos vías: por un lado, con la reducción de costes y, por otro, con el intento de cobrar deudas y aumentar el capital social de la empresa o en este caso su situación patrimonial[30].

Al valor de la producción se le unió el elevado número de piezas acabadas almacenadas. En 1929 hubo un valor de 3.338.918 pesetas que aumentó a los 5.110.892 en 1933 como punto máximo. Cuando esto sucede y una empresa posee un gran *stock* acumulado pueden aumentar los costes de almacenaje: intereses sobre la deuda, intereses no aprovechados que se ganarían sobre ingresos, alquiler del almacén, acondicionamiento, calefacción, iluminación, limpieza, mantenimiento, protección, flete, recepción, manejo de materiales, impuestos, seguros y administración (figura 5).

La empresa pudo tener dificultad para responder a los clientes. Al existir grandes inventarios en proceso se obstruyeron los sistemas de producción y aumentó el tiempo necesario para producir y entregar los pedidos a los clientes, con lo que disminuyó la capacidad de respuesta a los cambios de pedidos de los clientes. Además, en los almacenes de la sociedad pudo aumentar el coste de productos defectuosos en los lotes grandes. Cuando un lote grande sale defectuoso se almacenan grandes cantidades de inventario defectuoso[31].

En la España industrial hubo varias maneras de solucionar el problema financiero de la empresa como fueron, por un lado, la ampliación del valor patrimonial, con la compra de la fábrica de Sabadell y, por otro lado, la de diversificación de la producción con la entrada de un nuevo artículo como fue el *mohair* en la línea comercial de la empresa. Estas soluciones solo fueron a corto plazo, ya que los problemas de la España industrial eran organizativos. En los balances de la empresa había graves señales de sobreproducción. Este empobrecimiento de la empresa entre 1929 a 1933 fue solventado en un término cercano por el uso de las líneas de crédito al abrirse nuevas líneas bancarias desde 1932 hasta 1933 con un valor de 1.938.369 pesetas. El dinero en efectivo, entre 1929 y 1933, siempre fue en general de poca importancia[32].

En 1929 en caja había 494.840 pesetas. Disminuyó a 295.664 pesetas en 1930. Un año después esta cifra aumentó de manera sustancial con 2.209.864 pesetas. En 1932 la cifra se volvió a reducir y fue de 277.038 pesetas. En 1933 el dinero en efectivo aumentó a 337.332 pesetas. La línea crediticia de la España industrial se compuso en general de Docks de Barcelona, en el Banco Hispano Americano, en el Banco Español de Río de la Plata, en el Banco de Vizcaya, en el Banco Central, en el Banco Comercial de Barcelona y en la sucursal del Banco de España (figura 6).

En resumen, entre 1929 y 1935 la España industrial tuvo un escaso margen de maniobra financiera, que vino dado por las deudas, pero sobre todo por los escasos beneficios de la empresa en esos años. Los balances de situación son la muestra de lo importante que fue para los directivos esta situación crítica en las finanzas de la empresa. Por ello, al contrario de lo que señala Enric Ribas, estos años no pueden ser tratados más que de manera excepcional. En los balances de situación se observa: *1)* el aumento de las deudas de la empresa; *2)* los beneficios de la empresa se demostraron demasiado exiguos; *3)* el problema de las deudas y los pobres beneficios al que se le unió el alto valor de la producción; *4)* el valor de la producción de la España Industrial aumentó por los gastos salariales de la empresa que llegaron a ser el 50% de la carga financiera de la empresa y por el *stock* excesivo de materias primas que había en los almacenes de la sociedad; *5)* hubo un elevado número de piezas acabadas almacenadas, un exceso de producción, y *6)* comenzó a necesitar líneas crediticias de bancos que concedían créditos con facilidad. En esos años en la España industrial existió una política de expansión de la producción gracias a la tecnificación de la empresa. Esta política, después de 1929 según muestran los balances de situación, fue equivocada por culpa de la voluntad de la empresa de bajar los salarios.

La España industrial debería haber optimizado de una forma mejor la plantilla de trabajadores. El gasto salarial de la empresa fue un lastre que la misma sociedad podría haberse ahorrado eliminando departamentos inútiles y trabajadores sin una función clara en la compañía, es decir, mejorando su organización laboral. Esta rigidez le permitió soportar la crisis financiera y política, pero le impidió crecer y evolucionar como empresa. Por último, la España Industrial vivó demasiado de la producción y poco de su gestión, lo que la lastró como empresa, ya que prefirió la mano de obra barata a la cualificada. A partir de 1930 la estrategia empresarial para defenderse de la crisis económica fue la diversificación de la producción con la adquisición en 1931 de la empresa Hilados Mohair SA de Sabadell y la incorporación de la fábrica de Ricardo Sada Moneo de Valencia, en 1935, una decisión que ya le había salido bien a la empresa a principios de siglo durante la crisis colonial cuando apostó por la pana.

Desde su fundación, la España industrial había sido muy sensible a los cambios externos como para no entender que el crac de 1929 y las políticas proteccionistas de los países europeos no le iban a afectar en su crecimiento como empresa, pues no era un caso aislado como demuestran la experiencia de la Fábrica de la Rambla de Vilanova y la Colonia Sedó.

Observando los resultados obtenidos por Raimon Soler Becerro (2012) de los estudios financieros de la Fábrica de la Rambla de Vilanova y la Colonia Sedó, se puede indicar que la España industrial no fue un caso único en su sector. La rentabilidad de la Fábrica de la Rambla de Vilanova entre 1926 y 1931 fue negativa, con el -7,5%. La rentabilidad financiera fue del -18,0% en 1929, del -9,0% en 1930 y del -6,9% en 1931. El activo total de la empresa aumentó de 1929 a 1931 de 2.164.580 pesetas a 2.369.767 pesetas. Dentro del activo, el fijo fue creciendo de 929.692 pesetas a 1.321.811 pesetas, posiblemente porque, según Soler Becerro, la empresa al igual que la España industrial tenía la intención de adquirir patrimonio, sobre todo relacionado con la maquinaria, para reducir costes. El activo circulante disminuyó de 1.234.888 pesetas a 1.047.956 pesetas. En cambio, en estos años el pasivo circulante fue creciendo desde 1.164.580 pesetas a 1.369.767 pesetas. Los recursos a corto plazo de la empresa eran muy limitados y se estaba ahogando por el aumento posiblemente de acreedores. La empresa se financiaba a partir de los fondos propios de los accionistas, ya que no había ningún tipo de fondo ajeno. La empresa en esos años no tuvo beneficios, es más, tuvo entre 1929 y 1931 una serie de déficits, aunque estos disminuyeron pasando de las -119.893 pesetas a las -34.159 pesetas. Las ventas decrecieron de 1.097.002 pesetas a 523.434 pesetas. La razón puede ser que entre 1929 y 1935 la empresa tuvo que cerrar para ir agotando los excedentes de producción.

Por su parte, la rentabilidad de la Colonia Sedó entre 1926 y 1931 fue del 0,0% mientras que la rentabilidad financiera fue del 12,5% en 1929 y creció hasta el 17,0% en 1931. Entre 1929 y 1931 bajo el activo total de la empresa esta disminuyó de 14.264.027 pesetas a las 13.634.232 pesetas. El activo fijo creció de 3.390.559 pesetas a 4.173.731, mientras que el activo circulante decreció de 10.873.467 pesetas a 9.460.502 pesetas. La empresa se financió a partir de fondos propios, que disminuyeron de 12.682.248 pesetas a 11.654.919 pesetas. La empresa no recibió fondos ajenos. Por ello, los beneficios en 1929 fueron de 1.581.779 pesetas y se redujeron a 1.441.224 pesetas, aunque en 1931 crecieron hasta 1.979.313 pesetas. Los dividendos en ese tiempo pasaron de 1.000.000 de pesetas en 1929 a las 765.075 pesetas en 1931, el 11,8%[33].

Los accionistas de la empresa hicieron un esfuerzo por equilibrar los posibles agujeros financieros de la empresa en favor de una producción más saludable, como se demuestra en el crecimiento de la renta financiera y el 0% que se obtuvo en la rentabilidad económica.

Conclusiones

La entrada de la electricidad como fuente de energía dentro del mecanismo de las empresas a principios del siglo XX vino acompañada de la paulatina automatización de la maquinaria en la que la introducción de los motores eléctricos fue vital para entender parte de la evolución de la industria durante la década de 1920. La intensificación de la producción partir de 1929 provocó un problema en las empresas barcelonesas, ya que estas no pudieron vender todo su producto acabado por un contexto económico desfavorable causado por el proteccionismo internacional y el escaso mercado interior que existió en la década siguiente. La electrificación hizo aumentar la intensidad de la producción, pero esta no provocó una modernización de las estructuras laborales de las empresas, ni una utilización eficaz de la tecnología, ya que se siguieron varias de las pautas caducas del capitalismo mercantilista e industrial del siglo anterior.

En el caso de la España industrial, lo que causó finalmente que la empresa estuviera en una situación de debilidad ante cualquier contexto de crisis política o económica, como la que existió en la década de 1930, fue el desequilibrio existente entre la fabricación y

la demanda real. La negativa a reducir plantilla o producción anuló cualquier posibilidad de que la empresa fuera realmente rentable a largo plazo. En los balances de situación entre 1929 y 1933 se demuestra que los recursos de la Primera Guerra Mundial se habían acabado. Pero, aunque la sociedad entre 1929 y 1935 estaba en una mala situación financiera, la plantilla no se redujo, sino que por momentos aumentó, no así los salarios, que fueron poco a poco reduciéndose pues en la España industrial la carga salarial llegó a ser en 1935 el 50% del gasto financiero de la empresa mientras que los beneficios no llegaron al 11%. La incapacidad de la sociedad de adaptar su estructura organizativa a las necesidades del mercado y su rigidez estructural impidieron una recuperación financiera. Aunque las estrategias que se usaron para economizar fueron variadas como se demuestra, en parte, en la tesis de Soler Becerro, manifiestan la poca rentabilidad económica de las empresas existentes y su debilidad ante los ciclos económicos recesivos.

Notas

1 José María Marcos Fano, "Historia y panorama actual del sistema eléctrico español", Física y sociedad, 2003, p. 11.

2 Isabel Bartolomé Rodríguez, *La industria eléctrica en España (1890-1936)*, Estudios de Historia Económica N.º 50, Banco de España, 2007, p. 21.

3 Horacio Capel (1994): *Las Tres Chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, 3 vols., vol. III, pp. 165-216.

4 Horacio Capel (1994): *Las Tres Chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*…, vol. III, pp. 165-216.

5 Antoni Estevadeordal Grau (1986): *La constitució de societats mercantils a Barcelona, 1912-1935: anàlisi d'un indicador de formació de capital*, Barcelona: Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. Departament d'Història i Institucions Econòmiques, p. 125.

6 Diarios semanales. Funcionamiento eléctrico (1913-1918). Museo de la Estampación de Premià de Mar. Sin catalogar.

7 María Luisa Gutiérrez Medina, *"La España Industrial" 1847-1853: un modelo de innovación tecnológica*, Barcelona: (tesis) Universitat de Barcelona, 2010, (pp. 189-192).

8 Ángel Calvo (2004), "Estrategias de competitividad: la diferenciación del producto en la industria algodonera catalana. Una aproximación desde la España Industrial", en Rosa Congost i Colomer, Llorenç Ferrer i Alòs (eds.), Homenatge al Dr. Emili Giralt i Raventós, Barcelona: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, (pp. 256-257).

9 D.B. Pahissa Faura, "Comparaciones entre la selfactina y la continua de anillos": conferencia organizada por la Cámara de Directores y Auxiliares de la Industria Textil; con la cooperación del Gremio de Fabricantes de Sabadell, Barcelona: La Renaixensa, 1927, (p. 46).

10 Pere Puig Bastard, *Ocupació, salaris i productivitat a la indústria tèxtil: 1850-1935*, 1993, (p. 157).

11 Ángel Calvo Calvo, "Cambio tecnológico y productividad en la industria algodonera española. Una aportación desde la perspectiva empresarial: La España Industrial (1855-1930)", Investigaciones de Historia Económica, vol. 2, núm. 5, 2006, (p. 105).

12 Carles Enrech, *La España industrial: obrers i patrons, 1847-1951*, (apéndice) pertenecientes a los archivos conservados en el ANC, en los libros de salarios.

13 Carles Enrech, …

14 María Luisa Gutiérrez Medina…, (pp. 441-442).

15 Enriqueta Camps Cura, "La teoría del capital humano, una contrastación empírica: la España industrial en el siglo XIX", Revista de Historia Económica - *Journal of Iberian and Latin American Economic History*, Año nº 8, Nº 2, 1990, (pp. 321).

16 Instalaciones técnicas y contratos (1.4.2, 1.4.4, 1.4.19, 1.4.23, 1.4.24.) del fondo de la España Industrial conservados en la ANC.

17 Ángel Calvo Calvo, "Estrategias de competitividad: la diferenciación del producto en la industria algodonera catalana. Una aproximación desde la España Industrial", en Rosa Congost i Colomer, Llorenç Ferrer i Alòs (eds.), *Homenatge al Dr. Emili Giralt i Raventós*, Barcelona: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, 2004, (pp. 256-257).

18 Carles Enrech Molina, *La España Industrial: obrers i patrons, 1847-1951,* Barcelona: Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Història Moderna i Contemporània, 1990, (pp. 60-70).

19 Museo de la Estampación de Premià de Mar. Diarios semanales. Funcionamiento eléctrico (1913-1918) y Cuadernos técnicos manuscritos del primer cuarto del XX con esquemas de la maquinaria (1930-1935). Sin catalogar.

20 ANC y Web de la Siemens S.A. España: https://w5.siemens.com/spain/web/es/home/corporacion/historia..., Consultada en el 6 de mayo del 2017.

21 ANC, archivo de Siemens, Caja 354, núm. 2132.

22 ANC, Caja 354, núm. 2135.

23 ANC, Caja 354, núm. 2133.

24 ANC, Caja 354, núm. 2131.

25 Enric Ribas Mirangels, "La España Industrial (1851–1936): Análisis económico-financiero de la compañía". En homenaje al Doctor Jordi Nadal: *La industrialització i el desenvolupament econòmic d'Espanya,* coordinador: Miquel Gutiérrez, Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999, vol. 2, (pp. 131-137).

26 ANC, Balances de situación, 1929-1933, (22.5)

27 ANC, Balances de situación, 1929-1933, (22.5)

28 ANC, Balances de situación, 1929-1933, (22.5)

29 ANC, Balances de situación, 1929-1933, (22.5)

30 ANC, Balances de situación, 1929-1933, (22.5)

31 ANC, Balances de situación, 1929-1933, (22.5)

32 Raimon Soler Becerro, *Estratègies empresarials en la indústria cotonera catalana. El cas de la Fàbrica de la Rambla de Vilanova, 1833-1965*, Universitat de Barcelona. Departament de Història i Institucions Econòmiques, 2012, (pp. 316, 319, 334 y 338).

Bibliografía

Bartolomé Rodríguez I. (2007): *La industria eléctrica en España (1890-1936)*, Estudios de Historia Económica n.º 50, Banco de España, p. 21.

Calvo Calvo Á. (2004): *Estrategias de competitividad: la diferenciación del producto en la industria algodonera catalana. Una aproximación desde la España Industrial*, en Rosa Congost i Colomer, Llorenç Ferrer i Alòs (eds.), Homenatge al Dr. Emili Giralt i Raventós, Barcelona: Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona, pp. 256-7.

Cambio tecnológico y productividad en la industria algodonera española. Una aportación desde la perspectiva empresarial: La España Industrial (1855-1930), Investigaciones de Historia Económica, 2006, vol. 2, núm. 5, p. 105.

Camps Cura E. 'La teoría del capital humano, una contrastación empírica: la España industrial en el siglo XIX', Revista de Historia Económica - *Journal of Iberian and Latin American Economic History*, año nº 8, Nº 2, 1990, pp. 321.

Capel H. (1994): *Las Tres Chimeneas. Implantación industrial, cambio tecnológico y transformación de un espacio urbano barcelonés*, Barcelona, FECSA, 1994, 3 vols., vol. III, pp. 165-216.

Enrech Molina C (1990): *La España Industrial: obrers i patrons, 1847-1951*, Barcelona: Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Història Moderna i Contemporània, pp. 60-70.

Estevadeordal Grau A. (1986): *La constitució de societats mercantils a Barcelona, 1912-1935: anàlisi d'un indicador de formació de capital*, Barcelona: Tesis doctoral, Universitat de Barcelona. Departament d'Història i Institucions Econòmiques, p. 125.

Gutiérrez Medina M.L. (2010). *La España Industrial 1847-1853: un modelo de innovación tecnológica*, Barcelona: (tesis) Universitat de Barcelona, pp. 189-92 y pp. 441-2.

Königslow A. V. (1937): *Teoría, cálculo y construcción de las máquinas de corriente continua* (Vol. 4), Barcelona: Labor, pp. 34-181-202.

Pahissa Faura D. B. *Comparaciones entre la selfactina y la continua de anillos:* conferencia organizada por la Cámara de Directores y Auxiliares de la Industria Textil; con la cooperación del Gremio de Fabricantes de Sabadell, Barcelona: La Renaixensa, 1927, p. 46.

Puig Bastard P. *Ocupació, salaris i productivitat a la indústria tèxtil: 1850-1935*, 1993, p. 157.

Marcos Fano J. M. (2003): *Historia y panorama actual del sistema eléctrico español*, Física y sociedad, p. 11.

Ribas Mirangels E. (1999): La España Industrial (1851-1936): Análisis económico-financiero de la compañía. En homenaje al Doctor Jordi Nadal*: La industrialització i el desenvolupament econòmic d'Espanya*, coordinador: Miquel Gutiérrez, Barcelona: Universitat de Barcelona, vol. 2, pp. 131-7.

Soler Becerro, R. (2012): *Estratègies empresarials en la indústria cotonera catalana. El cas de la Fàbrica de la Rambla de Vilanova, 1833-1965*, Universitat de Barcelona. Departament de Història i Institucions Econòmiques, pp. 316, 319, 334, 338.

Fuentes

La España Industrial (ANC)

Balances de situación (22.5).

Instalaciones técnicas y contratos (1.4.2, 1.4.4, 1.4.19, 1.4.23, 1.4.24.).

Museo de la Estampación de Premià de Mar. Sin catalogar

Diarios semanales. Funcionamiento eléctrico (1913-1918).

Cuadernos técnicos manuscritos del primer cuarto del XX con esquemas de la maquinaria (1930-1935).

Siemens, fábrica de Cornellà (ANC)

Libretas de la maquinaria: Caja 354, núm. 2132; Caja 354, núm. 2135; Caja 354, núm. 2133; y Caja 354, núm. 2131.

Registro de comandas: caja 354, núm. 2041-2043.

Caja de Pensiones: caja 650, núm. Bajas de personal.

Personal: número, 3209, personal, 1937.

Derecho público de la competencia y sectores regulados

Public law of competition and regulated sectors

Tania García Sedano[1*]

Resumen

El Preámbulo de la Ley 15/2007, de 3 de julio, de Defensa de la Competencia, en adelante Ley de Defensa de la Competencia, en su párrafo I reza: "Dentro de las políticas de oferta, la defensa de la competencia complementa otras actuaciones de regulación de la actividad económica y es un instrumento de primer orden para promover la productividad de los factores y la competitividad general de la economía". El presente artículo ofrece un análisis del contexto jurídico en el que se incardina.

Palabras clave

Regulación, competencia, sectores regulados, derecho público.

Abstract

The Preamble of Law 15/2007, of July 3, on the Defense of Competition, hereinafter the Law on the Defense of Competition, in the paragraph I says: "Within the policies of supply, the defense of competition complements other actions of regulation in the economic activity and it is an instrument of first order to promote the productivity of the factors and the general competitiveness of the economy". This article offers an analysis of the legal context in which it is incardinated.

Keywords

Regulation, competence, regulated sectors, public law.

Recibido / *received*: 21/12/2017. Aceptado / *accepted*: 15/02/2018.

[1]Universidad Pontificia Comillas ICAI-ICADE.

*Autor para correspondencia / *corresponding author*: Tania García Sedano (taniagarciasedano@yahoo.es).

Foto: Shutterstock.

Introducción

La Constitución española, en su artículo 38, reconoce la libertad de empresa en el marco de una economía de mercado y la garantía y protección de la misma por los poderes públicos, de acuerdo con las exigencias de la economía en general y, en su caso, de la planificación.

El funcionamiento eficiente de los mercados y la existencia de una competencia efectiva son principios básicos de la economía de mercado, la cual impulsa y promueve la productividad de los factores y la competitividad general de la economía en beneficio de los consumidores. Estos principios son también fundamentales en el diseño y definición de las políticas regulatorias de las actividades económicas.

En este contexto, existe un acuerdo generalizado respecto de la creciente importancia de la defensa de la competencia que se ha consolidado como uno de los elementos principales de la política económica. La defensa de la competencia complementa otras actuaciones de regulación de la actividad económica y es un instrumento de primer orden para promover la productividad de los factores y la competitividad general de la economía.

Regulación y competencia

Como es evidente y explicita De la Cuétara, si hablamos de *regulación para la competencia*, es obvio que ambos elementos, *regulación* y *competencia*, contribuyen a la definición del concepto de análisis.

En los últimos años se ha popularizado una acepción de regulación que, de forma vaga e imprecisa, refiere la regulación como una intervención pública en mercados liberalizados y así hay quien pone el énfasis en el proceso de convergencia institucional, basado en la atribución de poderes regulatorios a comisiones independientes y especializadas. Por su parte, la competencia tiene por misión que la consecución de que los fines privados se transformen en virtudes públicas.

Así, regulación y la defensa de la competencia, aunque tienen objetivos e instrumentos diferentes, son complementarias. En ese sentido se pronuncia el Preámbulo de la Ley 15/2007, de 3 de julio, de Defensa de la Competencia, en adelante Ley de Defensa de la Competencia, en su párrafo I reza: *"Dentro de las políticas de oferta, la defensa de la competencia complementa a otras actuaciones de regulación de la actividad económica y es un instrumento de primer orden para promover la productividad de los factores y la competitividad general de la economía".*

La óptima articulación de ambas políticas es fundamental para garantizar el principio de seguridad jurídica de cuantos operadores actúan en el mercado así como para la optimización de los resultados.

Regulación

La regulación tiene lugar en la práctica totalidad de los países y responde a diversos objetivos que no necesariamente tienen que coincidir con la defensa de la competencia, pero que han de ser protegidos.

La regulación se refiere a una actividad estatal que fomenta la competencia en aquellas áreas donde existe y es factible; impide el abuso de posiciones de monopolio natural, donde ésta es ineludible; desregula para eliminar barreras artificiales a la competencia y, finalmente, calibra las diversas áreas de un servicio para impedir prácticas discriminatorias o desleales para el competidor. En ese sentido, podría decirse que la regulación no se refiere a las normas generales de intervención en la economía, sino a aquella intervención del Estado que ejecuta la

Administración y que tiene como fin la consecución de un orden económico definido en la Constitución.

Ahora bien, el punto de partida es la identificación de la regulación como una actividad de la Administración que se desarrolla en lo fundamental mediante disposiciones y actos administrativos. En ese sentido, esta potestad administrativa se caracteriza en lo fundamental por una extraordinaria deslegalización.

Así, la regulación trata de prever y evitar comportamientos contrarios a la libre competencia desde una perspectiva *ex ante* y ello se consigue mediante la imposición de normas generales de obligado cumplimiento por parte de los operadores. En este sentido, la regulación tiene instrumentos más eficaces y amplios que la defensa de competencia que actúa, como veremos, *ex post*.

Hemos de añadir un elemento adicional consistente en que la regulación se aplicará, como resulta lógico, de forma asimétrica, por un operador con poder de mercado estará sujeto a obligaciones, mientras que el resto de competidores no. De este modo, la regulación actuará cuando exista poder de mercado significativo.

El contenido de esta actividad está integrado por la orientación de la actividad de las entidades reguladas mediante la imposición de obligaciones jurídicas.

Un elemento propio de la actividad económica es la exigencia de alteridad para su desarrollo; se precisa la existencia de un ente regulador y un regulado. La alteridad es evidente cuando la actividad de la Administración se ejerce sobre operadores privados en competencia en el mercado.

La regulación será siempre necesaria en determinados mercados pero debe ser solo la imprescindible, decreciente, subsidiaria y complementaria del mercado. La regulación promueve el mercado, lo reconstruye donde ello es posible, lo defiende, pero nunca lo sustituye.

Un rasgo característico de la actividad administradora reguladora es la continuidad. La intervención se produce de forma continuada en el tiempo. Otro de los rasgos más característicos de esta técnica es el extraordinario margen de discrecionalidad otorgado a la Administración.

Los reguladores realizan un seguimiento constante de los mercados e intervienen con frecuencia en los mismos, mientras que las autoridades de competencia únicamente actúan en casos concretos en momentos determinados.

El ámbito de la regulación es más amplio que el de la defensa de la competencia, ya que podrá actuar cuando exista un significativo poder de mercado; la normativa de defensa de la competencia actuará, únicamente, cuando exista una infracción.

Esta técnica tiene por objetivos destacables: la protección del consumidor o usuario, la seguridad en el suministro de productos estratégicos, como el agua y la electricidad, la consecución de fines constitucionalmente establecidos como la protección del medio ambiente y, en algunos casos, el velar por el funcionamiento competitivo de los correspondientes mercados.

Este modelo de intervención pública tiene una consecuencia institucional: el nacimiento de las Administraciones independientes. En nuestro país, la Ley 3/2013, de 4 de junio, crea de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.

La creación de mercados regulados

Es importante destacar que la apertura a la competencia en determinados sectores no supone *per se* la existencia de mercados libres, sino de mercados regulados. Sectores como la energía, el transporte, las telecomunicaciones y el sistema financiero estarán siempre regulados.

La importancia social de esas actividades, la asimetría de posiciones, la dificultad de crear un mercado abierto y transparente y las limitaciones técnicas, entre otros factores así lo exigen. Así, la competencia y la regulación no son antitéticas, sino complementarias.

Competencia

La política de competencia se puede definir como un conjunto de reglas y acciones emanadas del Estado, cuyo objetivo es asegurar la participación y el ingreso de nuevas empresas a los mercados de bienes y servicios y la permanencia de aquellas que producen con eficiencia.

El Tribunal Constitucional, desde sentencia de fecha 30 de noviembre de 1982 ha definido la defensa de la competencia como aquella que comprende toda la legislación ordenada a la defensa de la libertad de competencia mediante la prevención y, en su caso, la represión de las situaciones que constituyen obstáculos creados por decisiones empresariales para el desarrollo de la competencia en el mercado.

El ámbito de actuación de la política de competencia se desarrolla, fundamentalmente, en dos campos: por una parte, el control coercitivo de los comportamientos abusivos de los agentes económicos, lo que constituye su faceta más conocida y debatida, y, por otra, el control y la contención del poder estatal cuando este favorece la actividad de los monopolios y las prácticas restrictivas del comercio. Esto implica hacer una aplicaciónefectiva de la legislación, pero también alinear su contenido al funcionamiento real de los mercados para lograr su máxima eficacia.

La competencia no implica desregulación, sino que, más bien, para su consecución se hace preciso que los poderes públicos establezcan y vigilen el cumplimiento de unas reglas con el fin de velar por el interés público y por el propio funcionamiento de la misma en los mercados.

El derecho de la competencia, frente a lo que hemos sostenido en relación con la regulación, tiene por objeto sancionar conductas prohibidas por la ley, interviniendo *ex post*. Las normas de defensa de la competencia no protegen la competencia como un bien absoluto, sino que protegen el juego competitivo en cuanto que resulta beneficioso para el interés general.

En ese sentido, una de las características esenciales de la defensa de la competencia es su carácter general u horizontal de aplicación a todos los sectores de la economía, con la salvedad de aquellos ámbitos en los que exista una exención legalmente establecida.

La intervención en este caso será de carácter indirecto por cuanto las autoridades públicas se limitan a imponer obligaciones jurídicas a los operadores presentes en el mercado. En ese sentido, las normas de defensa

de la competencia son prohibitivas en cuanto que imponen obligaciones de no hacer, prohíben comportamientos pero no crean obligaciones positivas de hacer.

Los órganos de competencia tienen una importante función didáctica. Así, están legitimados para recomendar modificaciones, por ejemplo, en el ámbito normativo o regulatorio, derivadas del análisis en profundidad de los mercados.

A diferencia de la capacidad del regulador para determinar cómo deben actuar los operadores, la autoridad de competencia en principio no tiene entre sus funciones la de definir cuál debe ser la estructura de los mercados ni fijar las condiciones en que deben prestarse los servicios.

Por otro lado, es preciso referir que la Ley de Defensa de la Competencia establece dos supuestos en que los que las Administraciones públicas no quedarán sujetas a sus preceptos. En primer lugar, cuando lleven a cabo conductas que sean consecuencia de la aplicación de una ley; y en segundo lugar, cuando la Administración ejerza sus potestades administrativas y las empresas públicas o poderes públicos actúen con dicha cobertura legal. En ese sentido, es preciso recordar que las autoridades públicas dictan normas reguladoras de diversas actividades económicas.

Diferentes objetivos

Desde una perspectiva teórica, la regulación sectorial tiene su justificación en la existencia de fallos de mercado y tiene como finalidad esencial el control de situaciones en las que el juego de la oferta y la demanda no consiguen su objetivo, esto es, una asignación más eficiente de los recursos y la óptima satisfacción del interés general. Estas situaciones pueden resultar de un poder excesivo que derive de una situación de monopolio natural, el ejercicio de control sobre ganancias inesperadas y corrección de externalidades, es decir, todos aquellos elementos o conceptos que, influyendo en los costes de la actividad, no están directamente relacionados con la misma.

En contraposición al carácter complejo de los objetivos de la regulación, una de las principales características de la política de competencia radica en la relativa sencillez de sus objetivos.

En la práctica las autoridades de la competencia persiguen diversos objetivos. Uno de ellos, aunque no es el más importante, es la protección de los consumidores. Otro sería la defensa del proceso competitivo. En la práctica significaría el establecimiento de medidas tendentes a impedir aumentos de la concentración de mercado, de tal forma que con la consecución de un marco óptimo las empresas puedan adoptar sus decisiones con libertad. Asimismo, trataría, en todo caso, de minimizar la injerencia en la libertad de adopción de decisiones empresariales, optando, por la posibilidad que otorgue mayor libertad al juego del mercado.

De este modo, la política de defensa de la competencia se funda en que el proceso competitivo constituye el principal acicate para la existencia de disciplina entre los operadores para la consecución de la eficiencia productiva y asignativa.

Diferentes instrumentos

La regulación sectorial para la consecución de sus objetivos se sirve de cuatro tipos de instrumentos:

-Regulación del acceso: a través de esta herramienta se pretende garantizar que la existencia de un operador incumbente verticalmente integrado y que controla las infraestructuras no impide la entrada de nuevos operadores. Este instrumentoconlleva la imposición de obligaciones de acceso equitativas, transparentes y no discriminatorias.

-Regulación económica: fijando los precios para garantizar que se aproximan a los costes de prestación de cada uno de los servicios y, en un contexto de posibles subvenciones cruzadas entre las distintas actividades por parte del incumbente, evitando las barreras a la entrada de nuevos competidores derivadas de la fijación de precios por servicios mayoristas superiores a los cobrados por los servicios minoristas.

-Regulación técnica: a través del establecimiento de estándares que garanticen la calidad de los servicios.

-Regulación de competencia: velando por que no se produzcan conductas empresariales colectivas y, sobre todo, unilaterales, que puedan anular los efectos de la regulación.

La defensa de la competencia suele actuar en tres líneas principales:

-Lucha contra conductas empresariales restrictivas de la competencia: en este sentido, la Ley 15/2007, de 3 de julio, de defensa de la competencia, prohíbe determinadas actuaciones u omisiones cuya realización se reputa lesiva de esa libre competencia. En particular, se prohíben las conductas colusorias (art. 1), el abuso de posición dominante (art. 2) y el falseamiento de la libre competencia por actos desleales (art. 3). Se detallan en los propios preceptos las conductas concretas que se subsumen en tales nociones. En relación con estas prácticasprohibidas, la ley regula un régimen sancionador (arts. Del 61 al 70) y el procedimiento para la imposición de las sanciones previstas (arts. Del 49 al 54).

Control de concentraciones empresariales, como medio para evitar *ex ante* cambios en la estructura competitiva de los mercados que puedan resultar en un deterioro de la competencia efectiva. Es indudable que las concentraciones económicas constituyen una manifestación de la libertad de empresa (art. 38 CE), de manera que, en principio, la adquisición de empresas competidoras o la fusión entre empresas competidoras debe entenderse libre. No obstante, la necesidad de ordenar las condiciones de competencia en el mercado ha hecho que desde la Ley 16/1989, de 17 de julio, de defensa de la competencia, se establezca un sistema de control de las fusiones empresariales que puedan tener un impacto negativo en la libre competencia. Se trata, así, de evitar o corregir la excesiva concentración del mercado cuando ello pueda perjudicar de manera significativa las condiciones de competencia. Por eso, el procedimiento de control de las concentraciones económicas se aplica solo a las que tengan una especial intensidad, de modo que las que no alcancen los umbrales señalados en el art. 8.1 LDC resultan autorizadas sin necesidad de someterse a ningún procedimiento de control administrativo de competencia.

Influencia sobre la actuación del sector público, ya sea mediante la mera recomendación, *advocacy*, o mediante el control de decisiones empresariales a través de la autorización previa de ayudas públicas.

Interacción entre la regulación sectorial y la defensa de la competencia

Una de las características de la política económica de las últimas décadas ha sido la transformación del papel del Estado en la organización de los grandes servicios públicos, dentro del proceso de neoliberalismo o neorregulación. La apertura de grandes servicios (carburantes, electricidad, abastecimiento de gas, correo, teléfono, transporte aéreo) no ha consistido únicamente en un proceso liberalizador, sino que se ha visto acompañada de un nuevo modelo de regulación para la competencia.

Este proceso es de inspiración norteamericana y se desarrolló por primera vez en Europa en el proceso de liberalización y privatizaciones emprendida en Gran Bretaña durante la década de 1980.

Regulaciones

La regulación sectorial produce importantes efectos, positivos y negativos, sobre la competencia. Esta incidencia se genera a través de diferentes tipos de decisiones como el establecimiento de estándares, la concesión de licencias, las restricciones al empaquetamiento y, sobre todo, la regulación del acceso.

En el lado opuesto se encuentra la regulación de competencia en los mercados que, obviamente, es una de las áreas relevantes de interacción. Entre estas dos situaciones opuestas se ubicarían otros dos tipos de regulación que pueden generar efectos tanto sobre la estructura como sobre el funcionamiento competitivo de los mercados, aunque no sea este su principal objetivo.

Así, la regulación económica produce efectos directos sobre la competencia entre los operadores. *De facto*, uno de los objetivos de la regulación de precios puede ser precisamente aproximarlos a los costes de prestación y, de este modo, eludir la posible aparición de conductas por parte de un operador ya establecido que impidan la entrada de nuevos agentes o expulsen a los competidores.

En cuanto a la regulación del acceso, constituye asimismo uno de los ámbitos fundamentales de interacción de ambas normas. El establecimiento de condiciones para un acceso equitativo, transparente y no discriminatorio de los operadores al mercado o, en su caso, a las infraestructuras esenciales no replicables que existan en el mismo, tiene una clara incidencia sobre la competencia.

Por ello, la negación del acceso a recursos esenciales cuando existen obligaciones concretas prescritas por la correspondiente normativa sectorial puede llegar a constituir tanto una infracción de la normativa correspondiente como un abuso de posición de dominio sancionable por las autoridades de defensa de la competencia. Así, no son infrecuentes las denuncias simultáneas a los respectivos órganos especializados por este tipo de conductas.

De hecho, son frecuentes las denuncias simultáneas a los respectivos órganos especializados por este tipo de conductas.

Ámbitos de interacción

Existen ámbitos de interacción y posible conflicto entre la regulación sectorial y la defensa de la competencia. Así, es posible la presencia de conductas que puedan vulnerar tanto la normativa de competencia como la sectorial y, asimismo, pueden existir supuestos en los que la regulación sectorial, persiguiendo alguno de sus objetivos, legitime determinados comportamientos empresariales que, en determinadas circunstancias, puedan ser calificados como restrictivos de la competencia. No obstante, en la mayoría de los supuestos, la regulación sectorial y la de defensa de la competencia se complementarán y reforzarán recíprocamente.

Bibliografía

Calviño Santamaría N. 'Regulación y competencia en telecomunicaciones: los retos derivados del nuevo marco normativo', en *Revista Ice*, septiembre-octubre 2006, nº 832.

Casés Pallarés L. *Derecho Administrativo de Defensa de la Competencia*. Marcial Pons, Madrid. 1995.

Ciriano Vela CD. *Principio de legalidad e intervención económica*. Atelier, Barcelona. 2000.

De la Cuétara Martínez JM. 'El nuevo modelo de regulación para la competencia', en *AFDUAM* 3, 1999.

Esteve Pardo J. 'El encuadre de la regulación de la economía en el derecho público' en Muñoz Machado S. (Coord) *Derecho de la Regulación Económica: I. Fundamentos e Instituciones de la regulación*. Iustel, Madrid. 2009.

Esteve Pardo J. 'Origen, principios y técnicas de la regulación de sectores económicos de interés general', en *La regulación económica en especial la regulación bancaria. Actas del IX Congreso Hispano Luso de Derecho Administrativo*. Iustel, Madrid.2012.

Fernando Pablo MM. Derecho general de las Telecomunicaciones. Colex, Madrid.1998.

Font Galán JI. (Coord.) *Estudios de Derecho de la Competencia*. Marcial Pons, Universidad de Córdoba, Madrid, Córdoba. 2005.

Guarnido A, Jaén M, Amate I. *La desregulación y privatización de las empresas públicas. El caso de las telecomunicaciones en España*. Universidad de Almería, Almería. 2007.

Laguna de Paz JC. 'Regulación sectorial y normas generales de defensa de la competencia: criterios de relación', en *REDA* nº 145, 2010.

López de Castro García-Morato L. 'La apertura de la competencia en las leyes de liberalización y neoregulación' en López de Castro García-Morato L y Ariño Ortiz G. *La competencia en sectores regulados: Regulación empresarial y mercado de empresas*. Comares, Granada. 2003.

López de Castro García-Morato L. 'El nuevo servicio público' en López de Castro García-Morato. *Principios de Derecho Público Económico*, Comares, Granada. 2001.

Magide Herrero M. *Límites constitucionales de las Administraciones independientes*. INAP, Madrid. 2000.

Menéndez Rexach E. *La protección del interés general y la protección de las normas de defensa de la competencia*. Cuadernos de Derecho Judicial nº 7. Consejo General del Poder Judicial, Madrid. 1996.

Miranda Londoño A y Márquez Escobar CP. 'Intervención Pública, Regulación Administrativa y Economía: Elementos para la Definición de los Objetivos de la Regulación' en *Revista Vniversitas*. Universidad Javeriana. Noviembre de 2004,

Montero Pascual JJ. *La Comisión Nacional de los Mercados y de la Competencia: Entre la actividad administrativa de regulación y el Derecho de la Competencia*. Tirant lo Blanch, Valencia. 2013.

Motta M. *Competition Policy: Theory and Practice*, Cambridge University Press, Cambridge. 2004.

Noam EM. 'Assessing the Impacts of Divesture and Deregulation in Telecommunications', *Southern Economic Journal*. 1993.

O Hesse M. 'Regulación del sector eléctrico: objetivos y principios', en *Revista del Instituto de Estudios Económicos* nº 4. 1991.

Padilla J, Requejo A. 'Los límites de la intervención regulatoria en política de competencia', en Calviño (Dir) *1989-2007 Una reflexión sobre política de competencia*. Círculo de Empresarios, Madrid.2008.

Pascual Vicente J. 'Mercado, competencia y Unión Europea', en Martín Lage S. (Coord) *El Derecho Europeo de la Competencia y su aplicación en España*. Fundación Wolters Kluver, Madrid. 2014.

Rivero Ortega R. Derecho Administrativo Económico. Marcial Pons. Madrid, 2009.

Soriano García JE. *Derecho público de la competencia*. Marcial Pons, Madrid. 1998

Steiner F. The Market Response to Restructuring: A Behavioral Model. Journal of Regulatory Economics, vol. 25, nº 1. 2004.

Troncoso Riegada. 'Dogmática administrativa y Derecho Constitucional: el caso del servicio público', en *REDC*, nº 57.1999.

Veleiro Reboredo B. *Mercado y competencia*. El Derecho, Madrid. 2010

COGITI TOOLBOX

El portal de gestión de licencias de software para colegiados

www.toolbox.cogiti.es

Desde el ***Consejo General*** *y los* ***Colegios Oficiales de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España*** *presentamos el renovado* ***PORTAL COGITI TOOLBOX*** *donde encontrarás el mejor Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción.*

© COGITI · Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España
Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º - 28003 Madrid
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66
E-mail: cogiti@cogiti.es / http://www.cogiti.es

COGITI
Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España

Medidores virtuales en locales 'retail', ¿se puede medir sin medir?

Nerea Vilela Barreira

En la monitorización y telegestión de instalaciones de locales del sector retail o de venta al detalle el coste de los equipos de medida puede ser una barrera insalvable, pero si se dispone de grandes volúmenes de datos de comportamiento energético y térmico y se les aplican técnicas de minería de datos y de inteligencia artificial se puede medir virtualmente el consumo energético sin la necesidad de contar con un equipo medidor destinado en exclusiva a esta instalación. Esta herramienta ha sido desarrollada e instaurada para la reducción de costes en la implantación de monitorización de los establecimientos.

Introducción

Desde hace unos años existe un interés creciente por la mejora de la eficiencia energética por parte de las empresas y Administraciones públicas. Para ello, se están creando estándares de gestión energética conforme a las normas ISO 50001 de Sistemas de Gestión de la Energía-Requisitos con Orientación para su Uso e ISO 14001 de Sistema de Gestión Ambiental y se están desarrollando estándares de servicios de eficiencia energética.

Instalar equipos eficientes e implementar planes de mejora de eficiencia ya no es una opción, sino que se está convirtiendo en una obligación (Mayer & Cukier, 2013). La tecnología para la monitorización y control remoto, la "minería de datos" y las soluciones de inteligencia artificial (Rusell & Norving, 2004) abren posibilidades a nuevos modelos de gestión que permitan reducir costes de explotación, mejorar la competitividad y el confort de clientes y trabajadores y colaborar en reducir la demanda de energía y emisiones de CO_2 asociadas a esta actividad.

Las empresas se dotan de herramientas tecnológicas (plataformas de monitorización y telegestión) para la monitorización y control de forma centralizada de las instalaciones de climatización y electricidad de sus locales. En el caso que aquí se trata se analizan y gestionan más de 1.500 cuadros de control con más de 400.000 variables y 2 terabytes de datos que describen el comportamiento térmico y energético de estas instalaciones en periodos superiores a 12 meses.

Se consideran dos tipologías de locales:

-Locales de calle: son aquellos cuya demanda de energía total está representada por las medidas registradas en el medidor general con el que se equipa el cuadro eléctrico. La producción de energía térmica de su instalación de climatización se realiza con sus propias máquinas de accionamiento eléctrico (bomba de calor) alimentadas desde el cuadro del local.

-Locales de centro comercial: son aquellos cuya demanda de energía total no está representada por las medidas registradas en el medidor general con el que se equipa el cuadro eléctrico. La producción de energía térmica de su instalación de climatización la realiza el centro comercial y entrega esta energía como agua fría o caliente.

Aplicando técnicas de inteligencia artificial y "minería de datos" (Han & Kamber, 2001) sobre la gran cantidad de datos de las instalaciones que se encuentran almacenadas en la plataforma, en el año 2014 se desarrolló e implantó el primer módulo de Smart al que pertenece el proyecto *Medir sin medir*. Este proyecto surgió al observar que la demanda de energía eléctrica (Senabre et al, 2010) de los locales tiene un comportamiento prácticamente cíclico (Fig. 1), de periodo semanal, afectado por la época del año en la que se realice el análisis. Gracias a estos patrones es posible el desarrollo de un medidor virtual que reduciría el coste del equipamiento de medida en los locales del sector *retail*.

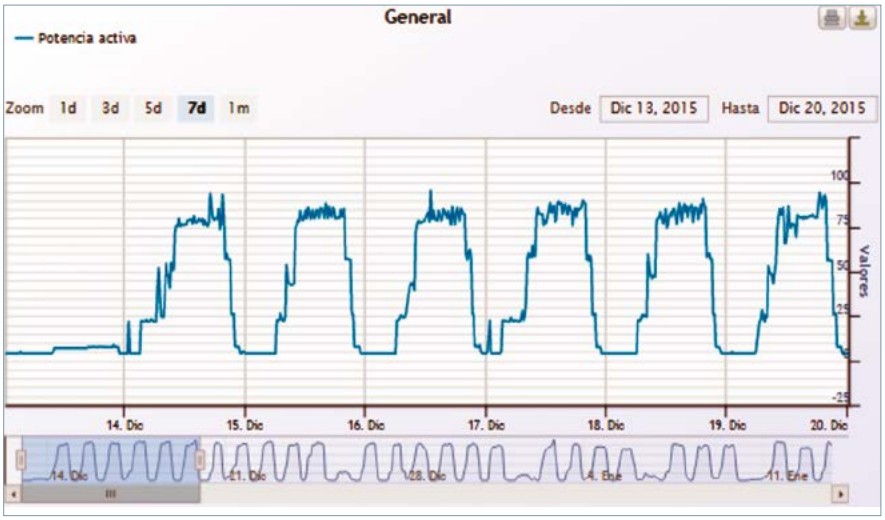


Figura 1. Patrón de comportamiento de la demanda eléctrica.

En la actualidad, las instalaciones, como se muestra en la figura 2, cuentan al menos con un analizador general y uno de climatización que monitorizan y registran la demanda eléctrica del local y, en particular, de los servicios de climatización de cada instalación. Lo que se pretende es suprimir, en determinados casos, el segundo y calcularlo mediante el desarrollo de un algoritmo. En definitiva, se trata de generar un medidor virtual con una precisión suficiente para la gestión del día a día de la instalación.

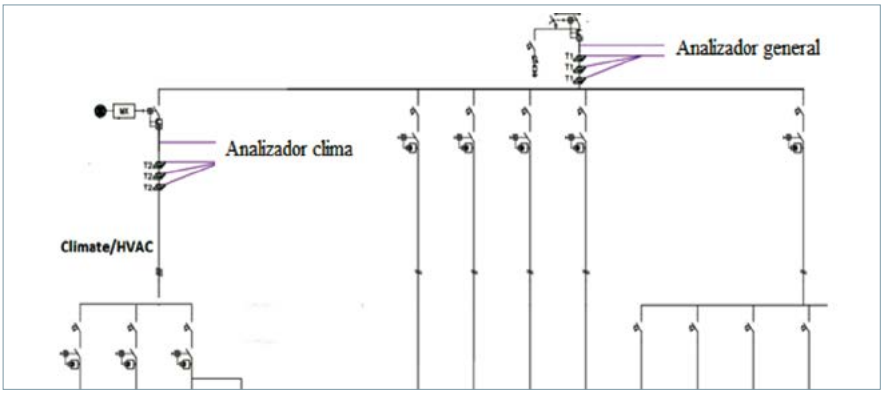


Figura 2. Diagrama eléctrico básico. Medidor general y medidor de climatización.

Modelo inicial

Como primer paso para la obtención de un modelo matemático que permita realizar una medida virtual aceptable del consumo de climatización, se calculó la correlación lineal entre los registros de consumo eléctrico de los contadores de consumo general y de climatización y se comprobó que existía dependencia lineal entre las variables medidas.

Descripción

Tras realizar el cálculo de índices de correlación lineal y comprobar dicha dependencia, se procedió al análisis de regresión lineal. Después de un minucioso estudio con 70 locales de calle, se obtuvo un modelo matemático que calcula la medida del consumo de climatización en función de las siguientes variables:

-Consumo general (CG).

-Superficie útil (S).

-Potencia general máxima (PGM).

-Potencia de climatización nominal (PCN).

La predicción del consumo de climatización (CC) queda definida de la siguiente forma:

$$CC = \frac{CG - 0{,}27833 \cdot PGM + 0{,}25470}{55{,}98912 \cdot \left(-\frac{6{,}24228}{S} + \frac{0{,}57695}{PCN}\right) + 1{,}080741}$$

Resultados

Dado que se dispone de datos de consumo eléctrico general y de clima para el conjunto de locales que se usaron en el estudio, se puede calcular el error medio y la varianza de la estimación del consumo de clima con los valores del consumo de climatización real. Para ello, se debe tener en cuenta:

-Solo se consideran las muestras de consumo eléctrico correspondientes a apertura.

-El error se calcula como el valor absoluto de la diferencia entre señales de clima ponderado con respecto a la potencia máxima general de cada local comercial.

-Se aplica el proceso de cálculo para todas las muestras disponibles de la anualidad 2013.

En gran parte de los locales estudiados, en el 81,4%, el error medio del modelo de medición virtual se mantiene por debajo del 10%, y es necesaria más información para aquellos en los que el error es mayor.

Para validar el modelo se considera una muestra mayor de 193 tiendas de calle sin hacer un prefiltrado adicional y se obtiene un error del 14% de la señal medida de consumo eléctrico de climatización real con respecto al modelo virtual.

Atendiendo a la posibilidad de que el modelo matemático desarrollado fuese de potencial aplicación en los locales monitorizados con climatización y teniendo en cuenta el ahorro económico que esto supondría, se optó por la mejora y ampliación de dicho modelo para que fuese aplicable a todos los locales integrados en la plataforma.

Modelo mejorado

Para la mejora y ampliación del modelo se utilizó una muestra de 45 locales durante el periodo desde el 12/01/2015 hasta el 18/01/2015. Debe destacarse que en los nuevos locales también se consideran aquellos que están situados en centros comerciales, y esto es una novedad del modelo.

Descripción

En un principio, se trató de modificar el modelo existente, pero los resultados fueron poco prometedores. El problema se intentó afrontar por dos vías:

-Porcentajes: estableciendo distintos porcentajes de consumo de clima en función de la potencia general.

-Aproximaciones y correcciones: considerando la aproximación tomada por el modelo existente e intentando corregirlo en determinados casos.

Debido a que no se alcanzaron los objetivos, se desarrolló un nuevo modelo predictivo (Hastie et al, 2008). Para realizar este estudio se usó Matlab (Fausett, 1999), que es una herramienta de *software* matemático.

Tras el estudio de varias opciones, se eligió un método de regresión multivariable cuadrática (Ramanathan, 2002). Las variables seleccionadas, después de observar sus correlaciones, fueron:

-Superficie del local (S).

-Porcentaje de máquinas encendidas (ME).

-Consumo general máximo (CGM).

-Consumo general escalado (CGE).

El modelo devuelve el porcentaje de climatización en función del máximo (CC). Esto se hizo porque considerando valores normales se obtenía una mejora de los resultados.

En la figura 3 se puede ver el resultado obtenido para uno de los locales a los que se le aplicó el estudio. Corresponde a las fechas entre el 08/11/2015 y el 28/11/2015 y se observa un claro patrón de comportamiento.

Resultados

Antes de analizar los resultados, hay que tener en cuenta que:

-Se consideran las muestras de consumo eléctrico correspondiente a todo el día.

-Se consideran locales situados en la calle y en centros comerciales.

-Cuando el porcentaje de máquinas encendidas es inferior al 10% el consumo de clima es muy pequeño, por lo que se considera, para mejorar el modelo, que cuando esto sucede el clima es 0,01.

-Los resultados que se obtienen del algoritmo están en porcentaje. A estos valores se les aplica la siguiente corrección:

• Si el valor es negativo o no hay dato se considera que la demanda de climatización es 0.

• Si el valor es positivo se aplica la fórmula siguiente:

$$valor_{corrección} = \frac{valor_{predecido} \cdot máximo_{general}}{100}$$

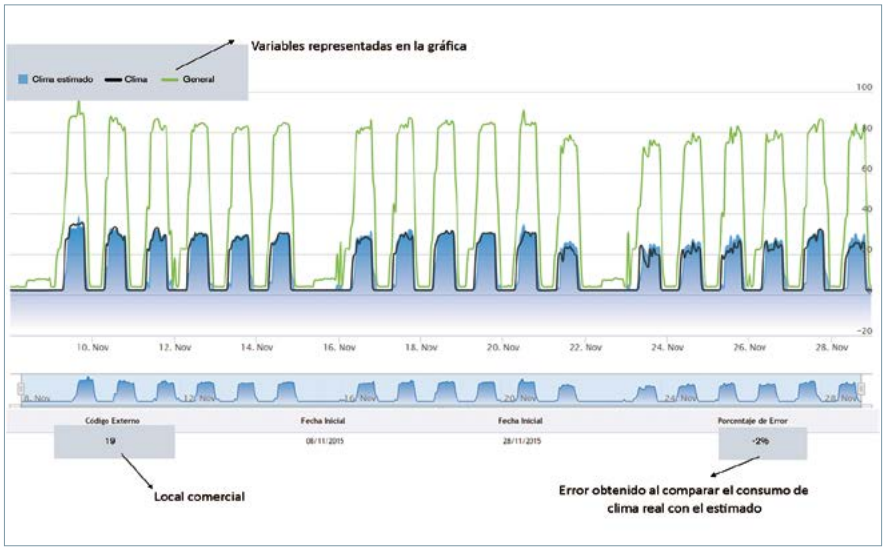


Figura 3. Señales del consumo eléctrico general, del consumo eléctrico de climatización real y del consumo eléctrico de climatización estimado al aplicar el modelo matemático implantado en la plataforma.

Modelo inicial	Modelo mejorado
Efectivo con locales de calle, pero no con los locales ubicados en un centro comercial.	Aplicable tanto a locales de calle como los ubicados en un centro comercial.
Para el 43,62% el error es mayor de 10 en valor absoluto.	El 95,23% de los locales han conseguido un error menor de 10 en valor absoluto.
Para el 68,19% de los locales el error es mayor de 5 en valor absoluto.	Para el 73,69% de los locales el error es menor de 5 en valor absoluto.

Tabla 1. Comparación de los modelos.

-Se aplica el modelo a 840 locales elegidos al azar, ubicados tanto en la calle como en centros comerciales. De los resultados obtenidos se consideran válidos 650 locales. Los motivos de las eliminaciones son:

• Muestran un error muy elevado, alterando de forma muy notable el resultado final.

• No se obtiene un valor numérico.

• Después de analizar sus gráficas se observa que los problemas están en los analizadores.

• No hay datos sobre algunas máquinas.

• Aunque tienen un error menor del 10% los resultados no son correctos una vez observadas las gráficas. Esto se debe a que alguno de los analizadores queda clavado o no comunica.

Los resultados obtenidos con el nuevo modelo en los 650 locales:

-El 95,23% de los locales han conseguido un error menor de 10 en valor absoluto. Falla en 23 de los locales estudiados.

-Si se acota el error a un valor absoluto inferior a 5, el 72,77% de los locales lo cumplen.

-El local con el 21,74% de error es el que posee el valor más alto.

-Si se hubiesen considerado los 840 locales iniciales, sin hacer un análisis individualizado posterior, el error sería menor a 10 en el 73,69%.

Conclusiones

Para analizar el grado de mejora que se consiguió desarrollando un nuevo modelo, en la tabla 1 se pueden ver los resultados obtenidos mediante el modelo inicial y el mejorado. Para la obtención de estos valores, se aplicaron los modelos a los 650 locales anteriormente nombrados.

La metodología aplicada ofrece una información que permite la toma de decisiones para lograr el mayor número de clientes conformes, el ahorro de la energía y la posibilidad de reducir el coste del equipamiento de medida de energía en determinados locales.

En definitiva, el uso de técnicas de inteligencia artificial para la mejora de la plataforma abre nuevas oportunidades a la hora de gestionar los locales.

Apostando por estos desarrollos matemáticos, se plantean nuevas líneas de trabajo para que en el futuro se obtengan altos niveles de eficiencia y optimización en la gestión energética y también para que se reduzcan los costes de implantación de los equipos de medida y control. Por ejemplo:

-Estudio de la aplicación de modelos no lineales a la implementación.

-Estudio de la aplicación de redes neuronales artificiales (Gestal, 2009).

-Adaptación de los desarrollos realizados para su aplicación en otra tipología de locales e instalaciones.

Bibliografía

Fausett LV. (2009). Applied Numerical Analysis Using Matlab.

Gestal M. (2009). Introducción a las redes neuronales artificiales, Universidade da Coruña.

Han J y Kamber M. (2001). Data Mining. Concepts and Techniques.

Hastie T, Tibshirani R y Friedman J. (2008). The Elements of Statistical Learning.

Mayer-Schönberger V y Cukier K. (2013). Big data. La revolución de los datos masivos.

Minería de datos (SSAS). Disponible en: https://msdn.microsoft.com/eses/library/bb510516(v=sql.120).aspx (Consultado en octubre de 2015).Norma Internacional ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía-Requisitos con Orientación para su Uso (2011).

Norma Internacional ISO 14001. Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con Orientación para su Uso (2004).

Ramanathan R. (2002). Introductory Econometrics with Applications.

Russell SJ y Norvig P. (2004). Inteligencia artificial un enfoque moderno.

Senabre C, Valero S, Gabaldón A, Ortiz M y González M. (2010). Predicción de la demanda total de energía eléctrica española utilizando mapas autoorganizados como modelo de red neuronal.

Nerea Vilela Barreira es graduada en Matemáticas por la Universidad de Santiago de Compostela. En la actualidad es responsable de I+D+i en Ecomanagement Technology (EcoMT), empresa de tecnología de información y comunicación dedicada a la implementación de soluciones para la eficiencia energética y la movilidad eléctrica. nvilela@ecomt.net

Sistema de protección y emergencia para trabajos en zanjas

Luis Miguel Ortiz

Siprotem es un novedoso sistema de protección que permite realizar trabajos en el borde de una zanja o en el interior de la misma con total seguridad, por lo que reduce los accidentes laborales en la construcción y los costes económicos que ellos generan. Entre sus ventajas hay que señalar que es barato, ocupa poco espacio, es fácil de transportar y su montaje es sencillo y seguro. A su vez, colocando una serie de soportes es muy útil para misiones de rescate.

Introducción

En muchas ocasiones, en las obras de construcción, se han de realizar trabajos al borde de un hoyo o zanja. Este tipo de tareas tiene como factores de riesgo la caída a distinto nivel y atrapamientos. Al trabajar en el borde del hoyo, también existe el riesgo de desplome del terreno. Estas situaciones pueden acarrear accidentes mortales si el trabajador no se encuentra debidamente protegido.

Sistema de protección Siprotem

Siprotem es un sistema de vallado y entibación compuesto de un cuerpo superior frontal cuya función es de valla protectora convencional.

Dicho cuerpo superior se encuentra unido a una base mediante unas bisagras y dos soportes laterales tipo tijera.

La base permite al operario trabajar sobre una superficie estable y, a su vez, al posarse sobre la misma, reparte todo su peso sobre la plataforma, por lo que disminuye considerablemente el peligro de hundimiento del terreno.

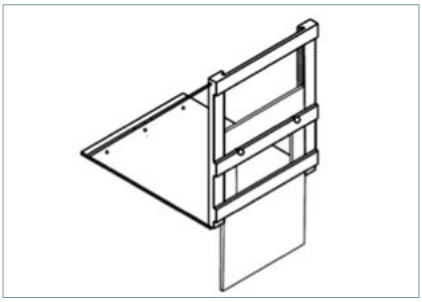
Por último, un tablero interior que se desliza mediante unas guías por el cuerpo superior permite realizar una entibación en la parte superior de la zanja.

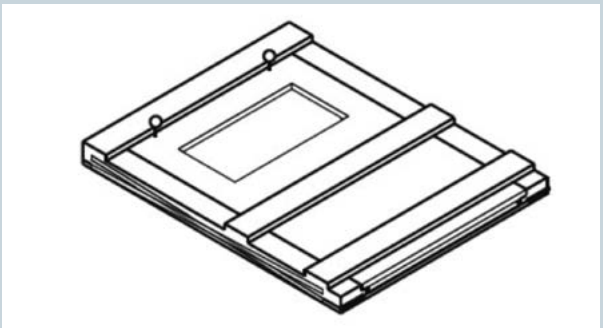
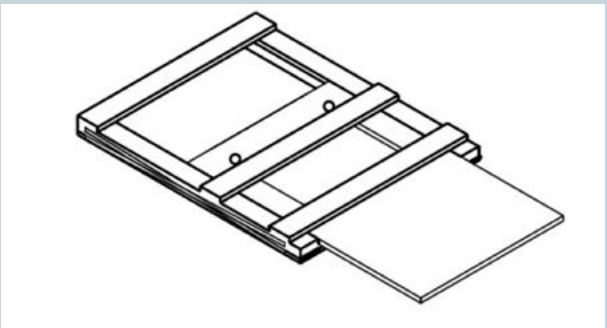
El sistema Siprotem cumple con lo establecido en la norma UNE-EN 13374:2013.

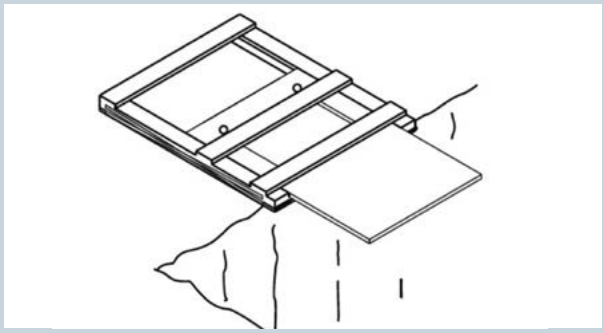
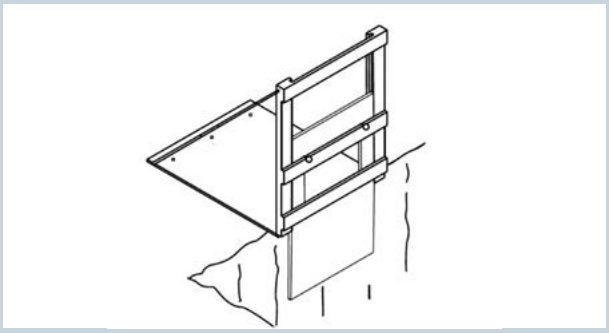
El montaje del sistema de protección Siprotem es rápido, sencillo y seguro, pues no es necesario que el trabajador se encuentre en el borde de la zanja para ser montado.

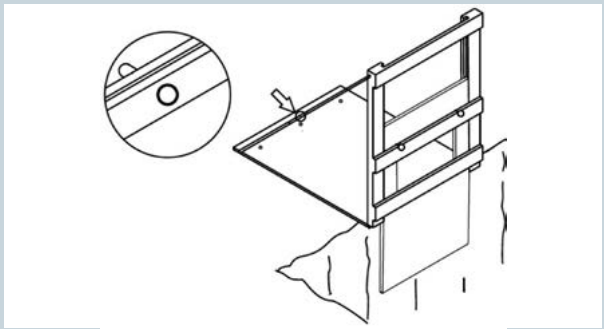
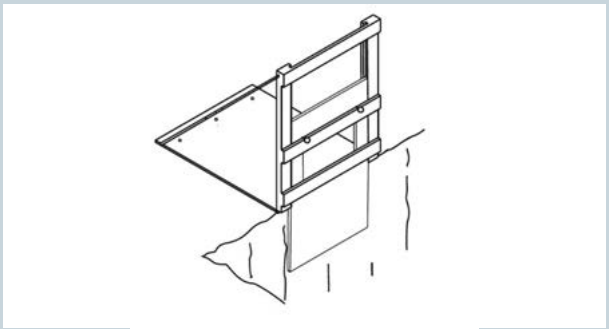
Montaje del sistema

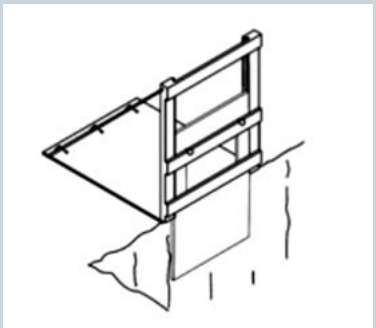
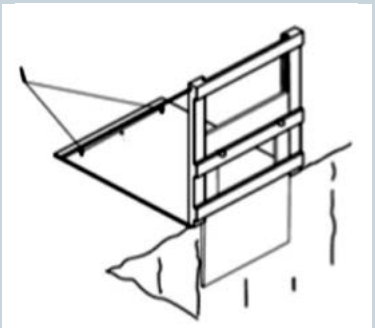
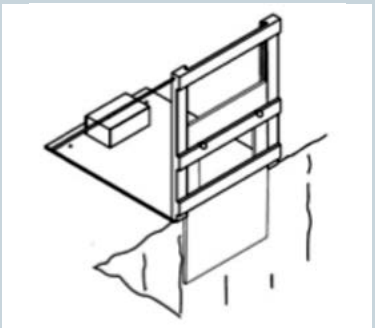
A continuación, se describe paso a paso.



Paso 1	Paso 2
	
Paso 1. En primer lugar se coloca el sistema de vallado con la base en el suelo y el cuerpo frontal superior hacia arriba.	Paso 2. Se desliza el panel interior a través del cuerpo superior hasta llegar a los topes.

Paso 3	Paso 4
	
Paso 3. Se coloca el sistema de protección en el borde del hoyo sobrevolando la base unos pocos centímetros sobre el hueco.	Paso 4. De manera manual, y con ayuda de los soportes laterales, se gira la cara superior hasta que forme un ángulo de 90 grados respecto a la base..

Paso 5	Paso 6
	
Paso 5. Mediante un bulón, se anclan los soportes laterales para dar rigidez a la estructura.	Paso 6. Se ajusta de manera manual la posición del vallado hasta que el frontal deslizante tope con la vertical del hoyo y quede la parte superior del hueco entibada.

Paso 7		
		
Paso 7. Por último, se fija la estructura al suelo, bien utilizando tornillería o picas. Se amarra a un punto fijo o se coloca un contrapeso.		

Una vez fijado el sistema de vallado al suelo y comprobada su estabilidad, se procede a realizar el trabajo con total seguridad.

Método de entibación Siprotem

Como se ha comprobado, el sistema de vallado Siprotem permite trabajar en el borde de un hoyo o zanja con total seguridad.

No obstante, son muchos los trabajos de obra civil en los que es necesario trabajar dentro de una zanja, por lo que es necesaria una entibación de la misma para evitar desprendimientos del terreno.

Existen distintos métodos de entibación que cumplen con la normativa técnica de prevención NTP 278, aunque algunos de ellos requieren que los operarios se introduzcan en la zanja para ser montados.

Estos métodos conllevan el riesgo de sepultamiento de los operarios en el montaje de la entibación.

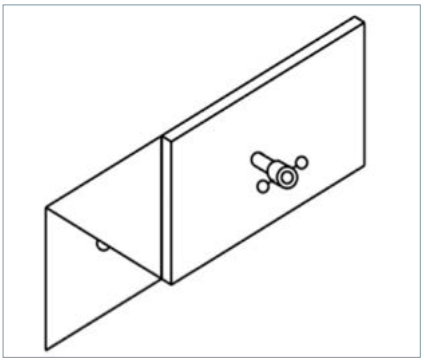
Con el método Siprotem se puede realizar la entibación de una zanja con tablas verticales de una manera segura cumpliendo con lo establecido en la NTP 278.

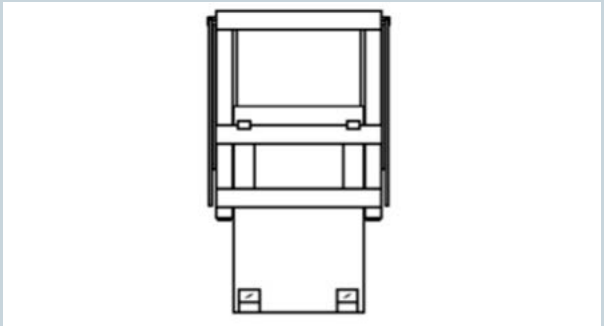
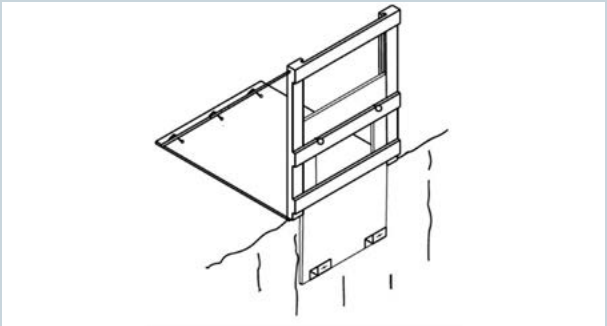
Montaje del sistema de entibación

Para realizar el montaje se utilizan una serie de soportes que se acoplan al sistema de vallado Siprotem.

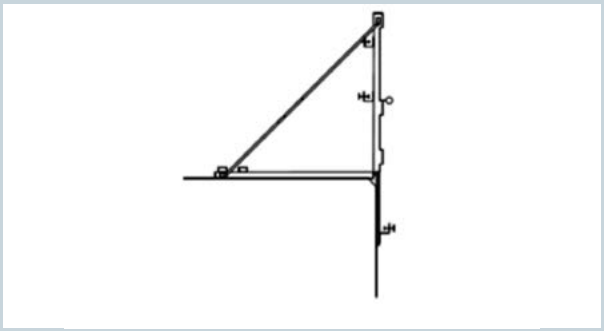
Dichos soportes contienen un tornillo de apriete. En la cabeza del eje existen dos cáncamos que permiten realizar a distancia el giro del apriete mediante una pértiga.

A continuación, se explica el método de entibación Siprotem paso a paso.

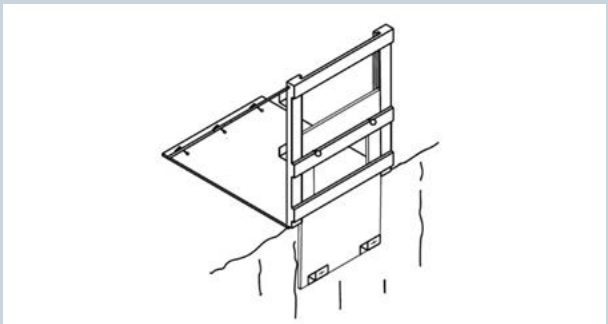


Paso 1	Paso 2
	
Paso 1. Se colocan dos soportes en el tablero interior, antes de montar el sistema en la zanja.	Paso 2. Se posiciona la valla en la zanja y se fija al terreno, de forma que quede entibada la parte superior de la zanja.

Paso 3

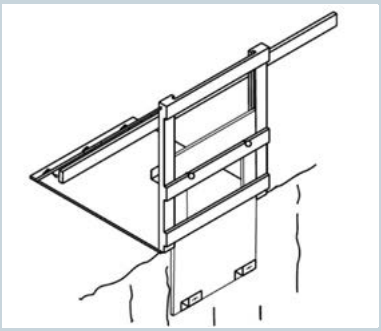


Paso 3. Se colocan cuatro soportes en el interior del cuerpo frontal del vallado.

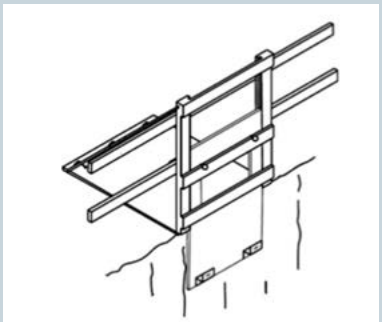


Dichos soportes se colocarán en paralelo a los tableros horizontales del vallado frontal.

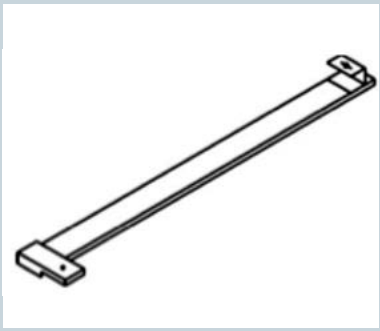
Paso 4



Paso 4. Se ponen unos tableros sobre los soportes interiores que permiten delimitar el perímetro de la zanja.

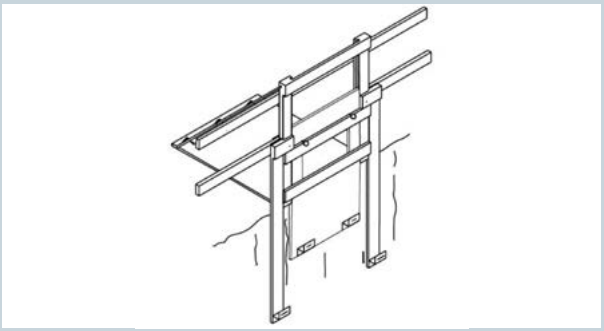


Una vez colocados los tableros, se fijan a la estructura mediante los tornillos de apriete de los soportes.



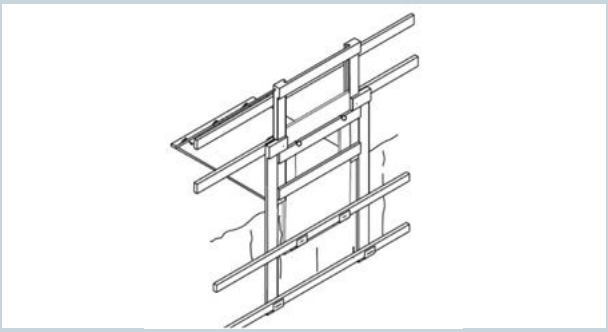
Para el siguiente paso se utilizan unos soportes más largos que se acoplan a la estructura. Contienen, a su vez, soportes de apriete en uno de sus extremos y un sistema de acoplamiento a la valla en el otro.

Paso 5

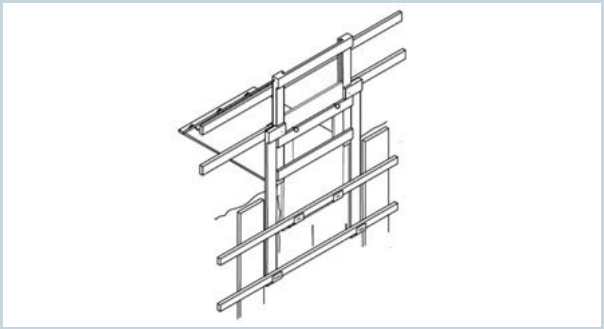


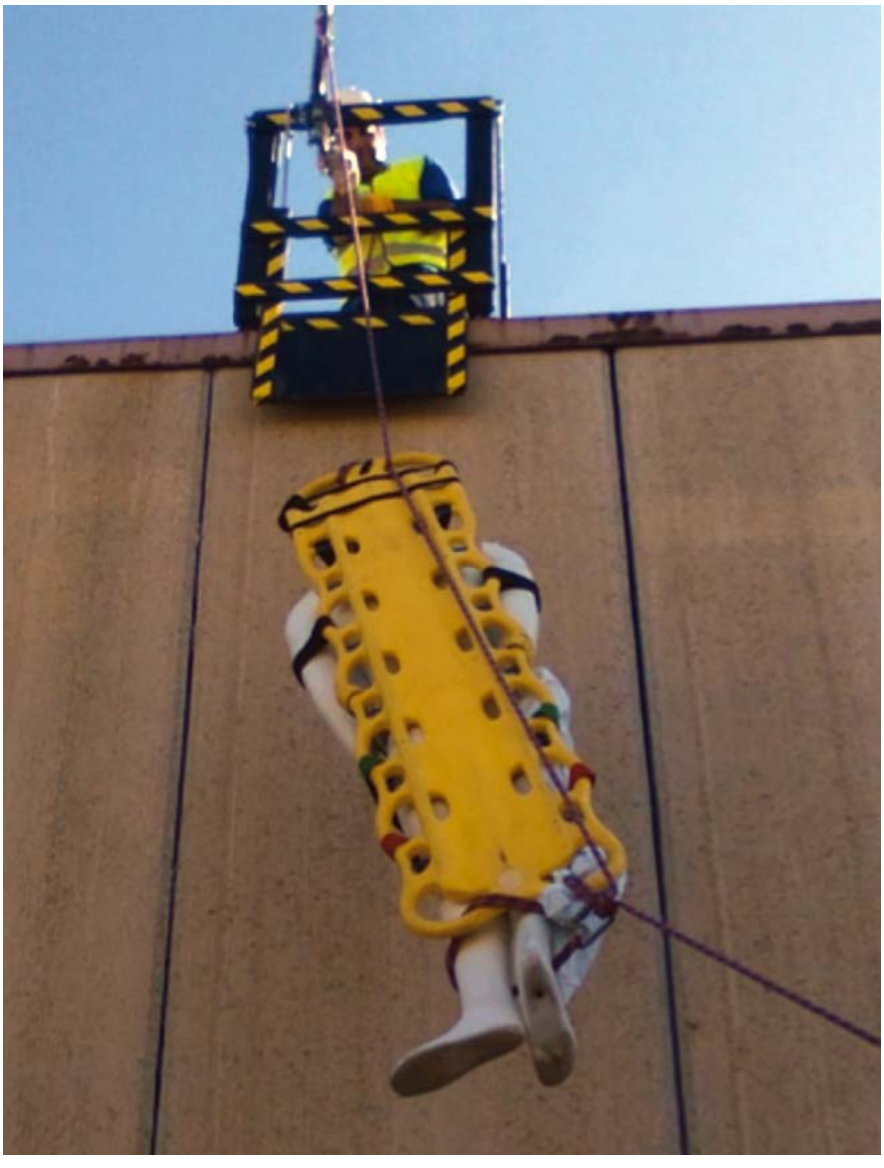
Paso 5. Se acoplan los soportes anteriores al sistema de vallado como aparece en la figura.

Paso 6



Paso 6. Con ayuda de una pértiga, se posan dos tableros sobre los soportes de la estructura.

Paso 7	Paso 8
	
Paso 7. Se introducen los tableros verticales, que ejercerán la contención de la zanja, en el hueco existente entre los tableros horizontales y la vertical de la zanja.	Paso 8. Con ayuda de una pértiga, se giran los tornillos de apriete. De este modo se ajustan los tableros tanto horizontales como verticales y queda la zanja preentibada.



Con este método, los trabajadores pueden introducirse en la zanja para terminar la entibación con puntales telescópicos de manera segura.

Protección ante situaciones de emergencia

Además, acoplando un conjunto de poleas al sistema de protección y emergencia Siprotem se pueden realizar misiones de rescate con total seguridad tanto para el rescatador como el socorrido.

Luis Miguel Ortiz es ingeniero técnico industrial, miembro de la junta de gobierno de la Asociación de Técnicos Superiores y máster oficial universitario en Prevención de Riesgos Laborales de Castilla-La Mancha. Cuenta con más de 15 años de experiencia como coordinador en ejecución de proyectos en el sector energético y ha diseñado y patentado el sistema de protección Siprotem. luismiguelortizg@gmail.com

El Cogiti, comprometido con el empleo y el emprendimiento verde a favor de la sostenibilidad

El Cogiti es una de las organizaciones beneficiarias para participar en el Programa Empleaverde, liderado por la Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, que tiene como objetivo lograr que el medio ambiente y la sostenibilidad sean las bases para crear mejores empleos y empresas más competitivas.

José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, junto a la ministra, Isabel García, y el resto de entidades beneficiarias del Programa Empleaverde.

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, asistió el pasado 25 de enero a la presentación, por parte de la ministra de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Isabel García Tejerina, de los proyectos beneficiarios de la convocatoria de subvenciones de 2017, en la que han resultado adjudicatarias 62 entidades, y entre las que se encuentra el Cogiti.

Esta iniciativa cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del citado ministerio a través del Programa Empleaverde, cofinanciado por el Fondo Social Europeo. El proyecto Programa de Formación Cogiti-Empleaverde consiste en la mejora de las competencias de 344 destinatarios mediante un programa de formación *on line* orientado a la creación de nuevas oportunidades laborales en el ámbito de la ingeniería, enfocado a la creación y mejora del empleo en el sector de las energías renovables.

Durante el acto, la ministra ha firmado también su compromiso con el empleo y el emprendimiento verde junto con los representantes de los 69 proyectos beneficiarios y ha destacado la voluntad del Ministerio: "Pretendemos impulsar el Programa Empleaverde (dotado con 7,7 millones de euros de presupuesto en 2017), con el objetivo de crear 4.800 empleos, formar a 24.000 trabajadores y apoyar a 3.000 empresas y así, juntos, cuidar nuestro medio ambiente y promover una economía circular, sostenible y baja en emisiones".

José Antonio Galdón, por su parte, ha señalado: "Gracias al Programa Empleaverde podremos formar y proporcionar asesoramiento especializado a ingenieros de Andalucía, Canarias, Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia", por lo que ha transmitido su agradecimiento y felicitación por la iniciativa al Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, a la Fundación Biodiversidad y al resto de organizaciones: "Con diversas iniciativas participarán con nuestros colegios en promover un mayor y mejor empleo en el ámbito de la sostenibilidad ambiental".

Los colegios de graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales participantes en esta iniciativa son Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla, en la Comunidad de Andalucía; Albacete, Ciudad Real, Cuenca, Guadalajara y Toledo, en Castilla-La Mancha; Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas, en las Islas Canarias; Cáceres y Badajoz, en Extremadura, y Región de Murcia.

A través del Programa Empleaverde, la Fundación Biodiversidad actúa como puente entre la política de empleo y la ambiental con un doble objetivo. Por un lado, que el medio ambiente y la sostenibilidad sean las bases para mejores empleos y empresas más competitivas y, por otro, que los trabajadores y las empresas sean actores clave en la mejora del medio ambiente.

Fundación Biodiversidad

La Fundación Biodiversidad desarrolla su actividad como órgano gestor del Fondo Social Europeo mediante la publicación de convocatorias de subvenciones, así como mediante proyectos propios como la red Emprendeverde. Todo ello en el marco de la Estrategia Europa 2020 de la Unión Europea (UE) para el crecimiento y el empleo, que reconoce la importancia de la transición hacia una economía verde y eficiente en el uso de los recursos, con el fin de lograr un crecimiento inteligente, sostenible e integrador. Por este motivo, el Fondo Social Europeo contribuirá a la aplicación de dicha estrategia creando más y mejores empleos, así como una sociedad más inclusiva.

Los empleos verdes, relacionados con el sector ambiental, están entre los que más crecen de la economía europea, y son "una oportunidad para mejorar la competitividad de Europa en el mundo, garantizar el bienestar de las generaciones futuras y apoyar el empleo sostenible y de calidad".

Galdón pide a la Comisión Europea que impulse la Tarjeta Profesional Europea para ingenieros

El Cogiti considera que la respuesta a las necesidades de los ingenieros españoles, con relación a su movilidad europea y la libre prestación de servicios, está en reforzar los instrumentos puestos en marcha a día de hoy por la UE para lograr el reconocimiento de sus cualificaciones profesionales, como es el caso de la Tarjeta Profesional Europea (TPE).

El Cogiti ha solicitado a las instituciones europeas que en el proceso legislativo que está en marcha (propuesta de directiva y de reglamento) con relación a la Tarjeta Electrónica Europea de Servicios *e-card*, se estime la exclusión en la misma de los profesionales trabajadores por cuenta propia a favor del desarrollo de la TPE. El 10 de enero de 2017, la Comisión Europea puso en marcha un paquete de medidas para mejorar el mercado interior de servicios en la UE, que incluye cuatro iniciativas legislativas sobre las que el Cogiti lleva trabajando intensamente por las implicaciones que tiene para el colectivo. Una de las más controvertidas es la propuesta de Directiva y Reglamento para crear una nueva tarjeta europea de servicios *(e-card)*.

La *e-card* pretende desarrollar un procedimiento electrónico que permita a los proveedores de servicios para empresas (por ejemplo, los consultores informáticos y los organizadores de ferias comerciales) y de servicios de construcción, cumplir más fácilmente los trámites para prestar dichos servicios en otros países. El Cogiti se ha mostrado crítico con esta propuesta de normativa. El proyecto de la *e-card* no solo presenta grandes contradicciones con otras normativas europeas vigentes, como la directiva de cualificaciones profesionales, sino también el hecho de que su concepción no esté acorde con las necesidades de los profesionales cualificados. Esto hay que contraponerlo con el riesgo expresado por organizaciones empresariales, sindicales, profesionales e incluso otras instituciones europeas como el Comité Económico y Social, de que la tarjeta electrónica de servicios podría facilitar los falsos trabajos por cuenta propia, el trabajo no declarado y el incumplimiento de las normas sociales y laborales de los Estados miembros.

En este sentido, el Cogiti, en representación de los ingenieros del ámbito industrial graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales, presentó el pasado mes de marzo sus alegaciones a este paquete legislativo, y trasladó sus primeras impresiones tanto al Comité Económico y Social Europeo (CESE) como al Parlamento Europeo.

Más información: cogiti.es

La UCAM pone en marcha la primera Cátedra de Ingeniería y Política Industrial Cogiti

La Universidad Católica San Antonio de Murcia (UCAM) ha puesto en marcha la primera Cátedra Internacional de Ingeniería y Política Industrial Cogiti para promover la formación, la investigación y la transferencia de resultados en este ámbito.

José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, y José Luis Mendoza, presidente de la UCAM, firman el convenio de colaboración y creación de la Cátedra.

El convenio para la creación de esta cátedra lo han firmado, el pasado 13 de noviembre, el presidente de la UCAM, José Luis Mendoza, y el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, quien será el director de la cátedra. Para Galdón, se trata de una formación específica y de calidad. "Queremos que la cátedra se adapte no solo a los requerimientos de los ingenieros, sino también a los de la sociedad, a los de las industrias y empresas de todo el país. Uno de los pilares es en el ITM, Instituto Tecnológico de la UCAM, que ya cuenta con un trabajo y una trayectoria importante potenciando el sector industrial y tecnológico de la Región", señaló.

La UCAM y Cogiti colaborarán, además, en el asesoramiento y la formación de emprendedores, en la puesta en marcha de complementos de docencia a los estudiantes de los últimos cursos, realización de prácticas docentes e investigadoras por parte de los alumnos, desarrollo de trabajos de investigación, fomento de la transferencia tecnológica, celebración de seminarios, coloquios y talleres.

Desde el ITM de la UCAM, su director ejecutivo, César Nicolás, asegura que colaborarán en la programación, organización, difusión y puesta en marcha de programas formativos en el ámbito del emprendimiento, la industria y otros sectores. Además, se creará el Foro Internacional de Política y Desarrollo Industrial, en el que expertos debatirán sobre las políticas industriales y cómo favorecer el desarrollo del PIB nacional en esta área.

El presidente del Cogiti presenta las conclusiones del I Congreso Nacional de Profesiones organizado por UP

Los pasados 18 y 19 de enero, la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) acogía el I Congreso Nacional de Profesiones, bajo el lema Un país de profesiones, que contó con la participación del Cogiti.

El Congreso comenzó con las palabras del presidente de Unión Profesional, Jordi Ludevid: "Las profesiones europeas necesitan hoy un gran debate y un enorme esfuerzo de regeneración, al servicio de las nuevas necesidades personales y colectivas". De este modo, reflejaba la esencia del I Congreso Nacional de Profesiones, organizado con el objetivo primordial de compartir, analizar, valorar y comunicar lo que es común y esencial al ejercicio profesional, acudiendo a sus raíces, identificando el interés general y las garantías que la buena práctica profesional pueda proporcionar a los ciudadanos y a las empresas, en un Estado de derecho moderno y en una sociedad abierta.

El congreso se ha estructurado en torno a tres ejes temáticos. El primero de ellos dedicado a los *Asuntos esenciales de las profesiones: deontología, formación continua y acto profesional*; el segundo centrado en *Los Colegios como garantes del Desarrollo Profesional Continuo (DPC). El contexto europeo*; y el tercer eje ha versado sobre *La participación de las profesiones en proyectos de innovación social y pactos de Estado*.

Mesa de debate: El Desarrollo Profesional Continuo, con José Antonio Galdón, presidente del Cogiti.

Mesa de debate sobre el desarrollo profesional continuo

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, participó en el eje temático 1, concretamente en la primera mesa de debate sobre el desarrollo profesional continuo (DPC), junto con Salvador Díez Lloris, presidente del Consejo General de Administradores de Fincas de España; Antonio Fernández-Pro, presidente de la Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia, y Javier Alcaraz de Amuriza, representante del Foro Intersectorial de Representantes Universitarios (FIRU). La mesa estuvo moderada por Fernando Santiago Ollero, presidente del Consejo General de Gestores Administrativos, y el relator fue el presidente del Colegio Oficial de Ingeniería Geomática y Topográfica, Andrés Díaz Galilea.

"Los colegios profesionales tenemos que innovar y hacerlo a partir de una base fundamental: la del conocimiento de nuestras profesiones. Por ello, ¿quién mejor que nosotros para hacer un sistema del Desarrollo Profesional Continuo y valorar esas competencias, habilidades y destrezas que nuestros profesionales van adquiriendo a lo largo de su vida profesional? Somos las corporaciones profesionales las que tenemos que poner en marcha el Sistema de Acreditación Profesional", señaló José Antonio Galdón. Además, destacó: "Tiene que ser Unión Profesional la que ponga en marcha dicho sistema y se dé cumplimiento así a las obligaciones de los colegios profesionales en esta materia, que van en la línea de ordenar y representar a las profesiones, así como de defender los intereses de los profesionales y de los consumidores y usuarios.

Conclusiones del congreso

El presidente del Cogiti, que aprovechó para felicitar al equipo técnico de UP por el gran trabajo realizado, también presentó las conclusiones del congreso, que fueron aprobadas con la unanimidad de todos los congresistas (más de 450 inscritos), y se basaban en los ejes temáticos del congreso y en unas conclusiones generales.

En este sentido, se estableció que los colegios profesionales son la garantía pública del cumplimiento de la deontología y la formación continua, y la colegiación es el requisito para ejercer profesiones que afectan a los derechos de las personas y tiene como fin proteger a los ciudadanos, clientes, pacientes, consumidores y usuarios de las prestaciones profesionales, preservando la autonomía facultativa del profesional y evitar el intrusismo.

Otra conclusión destacada es que los colegios son los garantes del desarrollo profesional continuo. El DPC es el proceso por el cual a un profesional colegiado se le reconoce la formación de posgrado, la experiencia y, en su caso, la ausencia de sanciones deontológicas, lo cual lo certifica el colegio profesional correspondiente y supone la actualización de las competencias profesionales, en garantía de los clientes, consumidores, pacientes y usuarios. El modelo DPC puede ser unificado por Unión Profesional.

Por su parte, la validación periódica de la colegiación (VPC) de los profesionales tiene dos vertientes: la de los valores ético-profesionales y la de establecer por procesos periódicos la validación profesional, no solamente centrados en la competencia profesional, sino también en las condiciones personales básicas, requeridas para ejercer cada profesión, incluyendo en su caso la aptitud psicofísica, con los límites y tratamientos adecuados.

La autorregulación de las corporaciones colegiales, prevista en la Ley de Colegios Profesionales, requiere un desarrollo acorde con los fines y las funciones atribuidas en un desarrollo actualizado y, en especial, en lo referido a la función deontológica y la formación continua, así como del régimen jurídico de las propias corpo-

raciones, que garantice su independencia, respecto de los poderes públicos.

En otro orden de cosas, la formación universitaria ha de corresponderse con las necesidades de capacidades, competencias y habilidades para el ejercicio profesional, para lo cual es imprescindible la mayor colaboración posible entre la Universidad, las corporaciones colegiales y las organizaciones de estudiantes.

Asimismo, señaló Galdón, "afirmamos la necesidad de promover un estatuto del profesional europeo, que recoja los derechos y deberes y en el que se reconozca a los profesionales como una categoría social necesaria. También es imprescindible el apoyo y la protección institucional por parte de todas las Administraciones públicas. Por ello, lo más adecuado es una regulación equilibrada para las corporaciones colegiales y para el ejercicio de las profesiones, así como una simplificación de la normativa sectorial aplicable. Defendemos unas condiciones estables de trabajo, que hagan posible una buena práctica profesional". Unión Profesional debe llevar a cabo la interlocución reglada con los poderes públicos para los asuntos de interés común, facilitando puentes de unión entre lo público y lo privado y favoreciendo e impulsando los acuerdos necesarios a los que han de llegar los estamentos jurídicos.

Productividad y competitividad

Por último, realizó un deseo, que espera sea también una realidad: apeló a los valores de productividad y competitividad señalados por Henry Ford, quien decía que reunirse es un comienzo, permanecer unidos es el progreso y trabajar juntos es el éxito. "Tenemos que seguir manteniéndonos unidos dentro de Unión Profesional y debemos trabajar juntos para conseguir todos los objetivos que nos hemos marcado, lograr los éxitos que la sociedad espera de nosotros, y todo ello a través de Unión Profesional", expresó. "Sin duda, las profesiones hemos reafirmado nuestro compromiso con el desarrollo de nuestra sociedad y vamos a seguir trabajando juntas para conseguir todos los objetivos marcados", concluyó.

A continuación, se presentó y aprobó la *Declaración Institucional de la Asamblea de presidentes, decanos y delegados de las corporaciones colegiales participantes en el congreso,* un documento que recoge en varios puntos el compromiso de las profesiones con la sociedad, con los proyectos de innovación social y la sostenibilidad económica y ambiental, la garantía constitucional insustituible que poseen las corporaciones colegiales, así como la relevancia del concepto de acto profesional, en cuya definición se asume la prestación de un servicio por un profesional cualificado.

La clausura del congreso fue a cargo del ministro de Justicia, Rafael Catalá; el Rector de la Universidad Complutense de Madrid, Carlos Andradas, y el presidente de UP, Jordi Ludevid.

Más información: cogiti.es.

El Cogiti acoge la reunión entre Unión Profesional y el Foro Intersectorial de Representantes Universitarios

La sede del Cogiti acogió el pasado viernes, 12 de enero, la reunión promovida por Unión Profesional, que agrupa a las profesiones liberales españolas (y cerca de un millón y medio de profesionales) y que se enmarca en la celebración del I Congreso Nacional de Profesiones, a la que también han sido invitados los estudiantes universitarios.

José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, interviene en la reunión entre UP y FIRU, el pasado 12 de enero.

El objeto de la reunión era preparar con algunos representantes sectoriales y de Unión Profesional (UP) la participación de FIRU, que engloba a representantes de estudiantes universitarios de todas las ramas y universidades del Estado, en la primera mesa de debate, del segundo eje del congreso, destinada al Desarrollo Profesional Continuo, así como poner en común posibles vías de colaboración entre UP y FIRU.

Se trataba, en definitiva, de coordinar y sistematizar la relación de las corporaciones colegiales con los estudiantes universitarios, que algunas ya vienen realizando, y al mismo tiempo dar a conocer sus funciones en los ámbitos del ejercicio profesional.

A la reunión asistieron representantes de los consejos generales/superiores y colegios profesionales que forman parte de UP, como José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Cogiti, que además es vicepresidente de Unión Profesional, y Victoria Ortega Benito, presidenta del Consejo General de la Abogacía Española, así como representantes colegiales de los colegios de físicos, geólogos y farmacéuticos, entre otros.

José Antonio Galdón incidió en la necesidad de "despertar conciencias" para conocer en qué aspectos pueden mejorar los colegios profesionales, y recordó a los estudiantes que ellos son "el presente y el futuro de los colegios", por lo que es necesario que exista una mayor interrelación entre ambas partes (colegios y alumnos). Por su parte, el equipo técnico de UP explicó los proyectos que han llevado a cabo recientemente, especialmente en relación con la deontología profesional, la formación continua, los cursos de "inicio profesional" para los jóvenes profesionales y estudiantes, bolsas de empleo, etc.

Más información: cogiti.es.

La plataforma Engineidea ofrece soluciones técnicas a nuevos retos promoviendo la colaboración ciudadana

Engineidea Social es una iniciativa de la UAITIE, creada para facilitar a los ciudadanos soluciones técnicas a retos de innovación social, promoviendo de forma participativa y colaborativa la obtención de soluciones tecnológicas a problemas cotidianos de la ciudad, que fomenten el tejido asociativo mediante el intercambio de ideas técnicas para lograr un mejor entorno social.

De izqda. a dcha., Juan Ignacio Larraz, Gerardo Arroyo, José Antonio Galdón y Fernando Blaya, en la presentación de Engineidea Social: Inteligencia colectiva para Madrid.

El Presidente de Cogiti-UAITIE, José Antonio Galdón Ruiz, inauguró la jornada agradeciendo al Ayuntamiento de Madrid la confianza depositada en un proyecto que busca fortalecer el compromiso de nuestro colectivo con la sociedad.

El pasado 15 de diciembre, en la sede corporativa, se llevó a cabo la consolidación de la plataforma de *crowdsourcing* www.engineidea.es, tras el primer arranque, hace poco más de un año, en la primera presentación, que tuvo lugar en Gijón. La novedad en esta ocasión es la primicia de una herramienta nueva: Engineidea Social, que ha sido posible gracias a la apuesta y credibilidad del proyecto de la UAITIE por parte del propio consistorio madrileño.

José Antonio Galdón abría la jornada dando la bienvenida a los asistentes y agradeciendo a los participantes que lo hacían vía *streaming*. Asimismo, quiso reconocer el gran trabajo y esfuerzo realizado por el equipo de la Unión de Asociaciones de Ingenieros Técnicos Industriales y Graduados en Ingeniería de la rama industrial de España (UAITIE) para poner en marcha esta iniciativa y puso de manifiesto los dos valores fundamentales que se fusionan en este programa: por un lado, la figura del ingeniero y, por otro, el compromiso con la sociedad. "Este proyecto dice mucho de quiénes somos y de lo que es nuestra profesión de ingeniería de la rama industrial", señaló. También hizo público su reconocimiento al Ayuntamiento de Madrid como patrocinador y mostró su "confianza en la capacidad de nuestros profesionales para hacer posible que el proyecto funcione, y alcanzar así una sociedad más justa", como uno de los fines que se persiguen.

Presentación de la plataforma

A continuación, el director de la Oficina Europea Cogiti-UAITIE, Gerardo Arroyo Herranz, expuso las pretensiones y el alcance de esta plataforma de *crowdsourcing*, que combina tres elementos fundamentales. El primero, la fuerza intelectual de los ingenieros como motor de la industria y de la innovación; el segundo, la tecnología al alcance de todos, y, por último, una institución sin ánimo de lucro, como es la UAITIE, denominada "garante" en este contexto como definición de garantía.

"La consecuencia de unir estos elementos y la necesidad de innovar de las empresas, la hacen interesante", destacó. "La comunidad en línea puede dar soluciones de innovación a empresas, instituciones y organismos públicos que planteen retos de ideas a cambio de una compensación económica o de otro tipo, incluso laboral, promoviendo también el empleo dentro de nuestro colectivo". Los *solvers* como definición de las personas que aportan la solución, "queda abierto a ingenieros colegiados miembros de UAITIE, y estudiantes de ingeniería".

También se refirió a otra de las figuras que aparecen en el proceso, los *sponsors* como actores dentro del portal, y por último la UAITIE, como "garante de que las transacciones se realicen correctamente". Además, analizó los tipos de retos que se contemplan: de índole industrial (promotor con ánimo de lucro) y de carácter social, cuyo promotor deberá ser una institución sin ánimo de lucro y un beneficiario, como en el caso que nos ocupa, podría ser la ciudad de Madrid.

Retos sociales

Fernando Blaya, ejecutivo de la entidad (UAITIE-Cogiti), centró su intervención en los primeros contenidos tecnológicos que se adaptan a la plataforma en conceptos muy actuales, "al tratarse de un proyecto colaborativo y de participación, como en este caso la ciudadanía de Madrid, en el que nuestro colectivo puede aportar un gran conocimiento y avalar que las soluciones reúnen un mínimo de garantía técnica, tecnológica y de viabilidad", aseguró.

Asimismo, expuso los primeros retos contenidos en la plataforma, comenzando por el promovido por la Asociación Territorial de Cáceres, de la que destacó su implicación, destinado a dar solucio-

nes sociales dirigidas al reciclaje y a la contaminación acústica, concretamente al problema de los contenedores de modelos habituales de vidrio. Por ello, valoró este reto como un sistema abierto para que todos los ingenieros con conocimiento puedan aportar soluciones en un caso muy interesante e identificativo como punto de partida, en el que, según dijo: "nuestros profesionales tienen mucha experiencia y conocimiento que ofrecer".

La problemática de la contaminación y la situación de riesgo a nivel ambiental abren un abanico de posibilidades a la presentación de propuestas para reducir la contaminación del aire y poner a disposición de la sociedad medidas innovadoras, a cargo de nuestro colectivo. El recurso limitado del agua, tratado como problema cíclico y universal acuciado en los últimos meses, es otro de los proyectos en el que nuestros profesionales podrán aportar su conocimiento mediante medidas tecnológicas para favorecer el ahorro del agua. También adelantó otro de los programas que se encontraban en fase de planificación, destinado al desarrollo de zonas en vías de reconversión en la región de Ávila.

Tras la presentación representativa de la "central de retos", el presidente, José Antonio Galdón, cerró la jornada agradeciendo la participación y animó a todos a contribuir a la aportación de ideas que logren cumplir este compromiso que aporte nuestro sello de calidad a la sociedad.

El acto reunió a representantes de nuestro colectivo de todo el ámbito nacional, como los presidentes de nuestras asociaciones territoriales de Alicante, Antonio Martínez-Canales; Aragón, Juan Ignacio Larraz; Ávila, Fernando Martín; Baleares, Juan Ribas; Guadalajara, Juan José Cruz; La Rioja, Jesús Velilla, y Pontevedra, Jorge Cerqueiro. Una alta representación del órgano directivo y ejecutivo de UAITIE-Cogiti, como Gerardo Arroyo, secretario; Fernando Blaya, tesorero, Juan Manuel Navas, vocal; José Luis Jorrín, vocal; Santiago Crivillé, vicesecretario y dirigida por el presidente institucional, José Antonio Galdón; el presidente de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingeniería de Ámbito Industrial (AERRAITI), Javier de Lara, y el director de la oficina en Bruselas, Gerardo Arroyo Herranz, como uno de los impulsores de la plataforma.

25 aniversario de la modificación de la Ley de Atribuciones Profesionales de la Ingeniería Técnica

Se cumplen 25 años de la modificación de la ley de atribuciones profesionales de la Ingeniería Técnica. Por este motivo, el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles (Citopic) celebraba el pasado 9 de febrero un acto en el Congreso de los Diputados.

José Antonio Galdón, junto a Alfonso Guerra (ITI), Diego López Garrido, Carlos Dueñas Abellán, y Rafael Pagés, en el Congreso de los Diputados.

José Antonio Galdón, presidente del Cogiti, participó en una mesa redonda, con diputados de la Comisión de Fomento de diversos grupos parlamentarios donde se habló del *Futuro de la ingeniería en España*, en calidad de presidente en funciones de Unión Profesional, y destacó que todos los profesionales colegiados "comparten un único servicio común: el servicio a la sociedad". Durante esta segunda parte del acto, fueron varias las ocasiones en las que se recordó la celebración del I Congreso Nacional de Profesiones, el pasado mes de enero, y el objetivo del mismo: visibilizar estas corporaciones de derecho público que, según el presidente de Citopic, Carlos Dueñas, "si no existieran, habría que inventarlas", a lo que Galdón añadió: "Los colegios profesionales son los garantes de que la actividad profesional se haga correctamente". Asimismo, leyó la *Declaración de las profesiones colegiadas*.

Las dos partes en las que se dividió el acto sirvieron para enlazar el momento pasado con el presente que se está viviendo en la ingeniería técnica y también en los colegios profesionales.

Para recordar la aprobación de la modificación de la ley de atribuciones profesionales de la ingeniería técnica, la entidad colegial que representa a los ingenieros técnicos de obras públicas invitó al exvicepresidente del Gobierno Alfonso Guerra y al catedrático de derecho constitucional Diego López Garrido, así como al presidente del colegio en el año 1992, Carlos García Cuesta. También intervino el presidente de la Comisión de Fomento, Celso García.

Asimismo, tomaron la palabra los parlamentarios invitados al acto: Fernando Navarro, del Grupo Parlamentario Ciudadanos, quien recalcó la importancia del sector de la ingeniería como motor de la economía de un país y la necesidad de que se vuelva a invertir más en obra pública; Carmen Valido, del Grupo Parlamentario Unidos Podemos –En Comú Podem– En Marea, quien además es ingeniera técnica de obras públicas (ITOP), hizo alusión a los problemas con los que todavía se enfrentan los ITOP; César Ramos Esteban, del Grupo Parlamentario Socialista, hizo referencia a las grandes infraestructuras de este país y advirtió de la necesidad de invertir más en obra pública, haciendo alusión al descenso y a los recortes vividos en los últimos años en este sector, y Miguel Barrachina Ros, del Grupo Parlamentario Popular, quien también alabó las infraestructuras de este país, quiso poner el acento en el alto nivel de los ingenieros españoles.

Colaboración de la plataforma 'e-learning' y el portal Proempleoingenieros del Cogiti con FCC Aqualia

El pasado 30 de enero, José Antonio Galdón Ruiz, presidente del Cogiti, y Carmen Rodríguez, directora de Recursos Humanos de Aqualia, firmaban un convenio de colaboración entre ambas entidades en materia de formación y empleo.

José Antonio Galdón Ruiz y Carmen Rodríguez, tras la firma del convenio de colaboración.

El acuerdo permitirá a los empleados y directivos de la compañía acceder a los cursos de la Plataforma de Formación *e-learning* del Cogiti (www.cogitiformacion.es) en unas condiciones preferentes, entre otras ventajas. De este modo, Cogiti pone a disposición de Aqualia una selección de cursos técnicos especializados en modalidad de teleformación, con todos los beneficios que esto supone: evita desplazamientos, se pueden realizar cuándo y dónde el usuario desee, etc. Los programas formativos, 100% bonificables para los empleados de Aqualia, giran en torno a Programación Lineal y Estructurada con Step 7 Siemens (PLEs), gestión integral del mantenimiento y mejora de la eficiencia energética en instalaciones eléctricas industriales de baja tensión.

El convenio comprende también actuaciones en materia de empleo, a través del portal Proempleoingenieros (www.proempleoingenieros.es) y el sistema de Acreditación DPC Ingenieros (www.acreditacioncogitidpc.es). En este sentido, Cogiti pone a disposición de Aqualia ambas herramientas dirigidas a la empleabilidad y al desarrollo profesional de los graduados en ingeniería de la rama industrial e ingenieros técnicos industriales. La citada compañía podrá publicar en Proempleoingenieros las ofertas de empleo disponibles para integrar nuevo personal cualificado a su equipo. La alianza de Aqualia con Cogiti refuerza el objetivo de la compañía por reclutar talento y contribuir al desarrollo profesional de todos sus trabajadores.

Todos los cursos de la plataforma de formación *e-learning* son constantemente actualizados y están basados en criterios de calidad, tanto en los contenidos como en las metodologías de la formación, lo que supone una garantía para los alumnos que accedan a los mismos.

Más información: cogiti.es.

Celebración en Vigo del I Congreso internacional sobre la prevención y la seguridad industrial 4.0

El 24 de noviembre se clausuró el I Congreso Internacional sobre la Prevención y la Seguridad Industrial 4.0, en el Círculo de Empresarios de Galicia-Club Financiero Vigo. El congreso fue organizado por el Consello Galego de Enxeñeiros Técnicos Industriáis (CGETI) y la Asociación de Profesionais de Seguridade e Saúde Laboral de Galicia (APROSAL).

El presidente del Cogiti, José Antonio Galdón, participó en el congreso, como moderador de la sesión dedicada al Módulo de los colegios profesionales, que contó con las intervenciones de Jorge Cerqueiro Pequeño, profesor titular de la Universidad de Vigo y presidente del CGETI; Belén Pérez Rodríguez, vocal de COITIVIGO y profesional de Ciberseguridad; José Luis Ayestarán Velaz, gerente de Inpenor; Manuel da Costa Pardo, profesor de la Universidad de Vigo; Mercedes Comesaña Iglesias, directora de explotación Zona Noroeste de OCA ICP, y Germán Rodríguez Salgado, vicedecano de Coeticor.

En esta sesión se trataron temas como *Diseñando la Seguridad con la plataforma en la nube 3D Experience de Dassault Systems*, el proyecto *Mujer e ingeniería: participación de los colegios*, *La ciberseguridad en instalaciones industriales*, *Nuevas tendencias en investigación de accidentes: simulación multifísica computerizada*, y *Efectos de los campos electromagnéticos en la salud*, entre otros. Además, el presidente del Cogiti participó también en la clausura del congreso, acompañado por Covadonga Toca Carús, secretaria general de Empleo de la Xunta de Galicia; Jorge Cerqueiro, presidente de CGETI, y Maximino García Sánchez, de la junta directiva de APROSAL y secretario de COITIVIGO.

José Antonio Galdón durante la clausura, junto a Jorge Cerqueiro, Covadonga Toca y Maximino García.

Más información: cogiti.es

El Cogiti amplía el convenio con la empresa alemana BERA para mejorar la contratación de ingenieros

El Cogiti, a través de su oficina europea, y la empresa alemana de reclutamiento de personal cualificado BERA han renovado y ampliado el convenio que mantienen desde 2013 para mejorar el proceso de reclutamiento de ingenieros en Alemania.

La ampliación del convenio se materializó el pasado 10 de noviembre, en la ciudad alemana de Stuttgart, con las firmas de los presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, y de BERA, Bernd Rath.

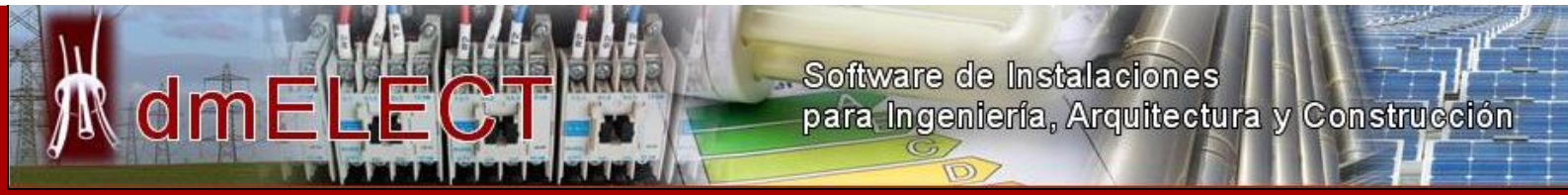
De este modo, el Cogiti tendrá una mayor implicación en el proceso de reclutamiento de ingenieros españoles, que estén buscando nuevas oportunidades profesionales en Alemania, ya que ayudará a BERA en la búsqueda activa de los candidatos que cumplan con el perfil requerido por las empresas demandantes, realizando una preselección de los profesionales más idóneos para el puesto de trabajo que se ofrece. La decisión final sobre el candidato seleccionado correrá a cargo de BERA, que a su vez ayudará a los ingenieros españoles en la "acogida", en la gestión de documentos que puedan necesitar, en la búsqueda de vivienda, seguimiento durante los primeros meses para la integración en la empresa, etc.

José Antonio Galdón y Bernd Rath.

El objetivo es lograr la máxima eficacia en la captación directa de talento, y poder ayudar así tanto a los ingenieros españoles que estén desarrollando o deseen ejercer su profesión en Alemania, como a las empresas que demanden estos perfiles profesionales.

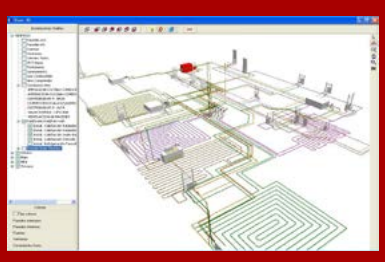
Desde septiembre de 2013, el Cogiti cuenta con una oficina en Alemania, denominada Punto de Contacto, a través de la cual se ofrece ayuda y asesoramiento en materia laboral a los ingenieros que deseen desplazarse a Alemania para ejercer su profesión, así como a aquellos que quieran evolucionar en la misma o regresar a España tras su experiencia profesional en dicho país, y poder continuar aquí su carrera. La finalidad es incentivar la contratación de ingenieros españoles en esta importante zona industrial de Alemania, donde existe un déficit de este colectivo profesional.

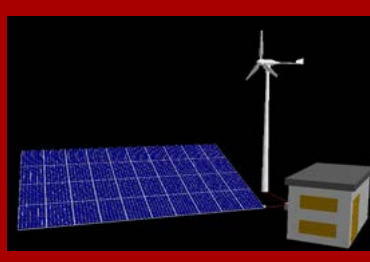
Más información: cogiti.es.



Edificación
CIEBT: Instalaciones Eléctricas BT
VIVI: Instalaciones Eléctricas en Edificios de Viviendas
IPCI: Protección contra Incendios por agua
FONTA: Fontanería: Agua fría y agua caliente sanitaria
SANEA: Instalaciones de Saneamiento
GASCOMB: Instalaciones Receptoras de Gases Combustibles
AIRECOMP: Aire Comprimido y Gases Industriales
CATE: Cargas Térmicas de Invierno y Verano
CONDUCTOS: Conductos de Aire para Ventilación y Climatización
RSF: Radiadores, Suelo Radiante y Fancoils
SOLTE: Energía Solar Térmica
REFRI: Cálculo de tuberías y equipos de expansión directa

Urbanización
ALP: Redes de Alumbrado Público
REDBT: Redes Eléctricas de Distribución BT
CMBT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas BT
REDAT: Redes Eléctricas de Distribución AT
CMAT: Cálculo Mecánico de Líneas Aéreas AT
CT: Centros de Transformación de Interior e Intemperie
ABAST: Redes de Abastecimiento de Agua y Riego
ALCAN: Redes de Alcantarillado
RENOVABLES: Energías Renovables: Fotovoltaica y Eólica





SENCILLEZ EN EL MANEJO, POTENCIA EN EL CÁLCULO

dmELECT, S.L. - Telf: 950 120757 · www.dmelect.com · e-mail:info@dmelect.com

Reunión entre la comisión ejecutiva de Unión Profesional y el eurodiputado Antonio López-Istúriz

El presidente del Cogiti y presidente en funciones de Unión Profesional (UP), José Antonio Galdón, destacó que las profesiones, como subsector de la sociedad civil, presentan unas características y valores específicos que deben ser comprendidos por los legisladores y los poderes públicos.

El pasado 12 de febrero, los miembros de la comisión ejecutiva de UP mantuvieron una reunión con el eurodiputado del Parlamento Europeo Antonio López-Istúriz para trasladar las inquietudes de los miembros asociados sobre los procesos parlamentarios de interés para las profesiones y la conveniencia del diálogo entre profesiones e instituciones, principalmente acerca del paquete de servicios presentado por la Comisión Europea el pasado 10 de enero de 2017.

Reunión de la comisión ejecutiva de Unión Profesional con el eurodiputado Antonio López-Istúriz.

El presidente en funciones de Unión Profesional, José Antonio Galdón, destacó que las profesiones, como subsector de la sociedad civil, presentan unas características y valores específicos que deben ser comprendidos por los legisladores y los poderes públicos. Por ello, es imprescindible que haya una interlocución directa y continuada con los colegios profesionales «durante todo el proceso de elaboración de las normativas, así como en la toma de decisiones», no solo a nivel nacional, sino también internacional.

Por su parte, López-Istúriz señaló que Unión Profesional defiende valores comunes a todas las profesiones, a pesar de las particularidades que cada una de ellas pueda tener: "Precisamente es con esa unidad con la que debéis llegar a las instituciones europeas, para defender el alto nivel y calidad de las profesiones liberales españolas en Europa", añadió.

Todos los asistentes coincidieron en señalar que las profesiones, junto a las instituciones europeas, deben trabajar unidas por conseguir una movilidad efectiva de los profesionales en todo el territorio europeo, y para ello es esencial tener en cuenta a los colegios profesionales.

El presidente del Cogiti y de Unión Profesional, en la inauguración de la sede del Consejo de Economistas

La inauguración estuvo presidida por el entonces ministro de Economía, Industria y Competitividad, Luis de Guindos, que destacó que "la economía española está teniendo un crecimiento equilibrado, con inflación reducida y superávit exterior". José Antonio Galdón asistió en calidad de presidente en funciones de Unión Profesional

El pasado 29 de enero, el entonces Ministro de Economía, Industria y Competitividad y actual vicepresidente del Banco Central Europeo, Luis de Guindos, inauguró oficialmente la nueva sede del Consejo General de Economistas de España con el descubrimiento de una placa conmemorativa, en presencia del presidente del Consejo General, Valentín Pich, y de numerosos invitados al acto, entre ellos el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, que en la actualidad tiene también el cargo de presidente en funciones de Unión Profesional.

José Antonio Galdón junto a Luis de Guindos, Ramón Madrid y Salvador Marín.

Durante su intervención en el evento, Guindos analizó la marcha de la economía española y afirmó que al día siguiente el INE confirmaría que el país creció al 3,1% en 2017. Para los próximos años, el responsable económico aseguró que el país puede mantener crecimientos cercanos al 2,5%, pero que para ello es necesario no revertir reformas como la del mercado laboral y acabar con la privatización bancaria.

Más información: cogiti.es.

Galdón participa en el LIX Congreso de la AERRAAITI con una ponencia sobre la transición energética

El 16 de noviembre, el presidente del Cogiti, José Antonio Galdón Ruiz, participó en el LIX Congreso de la Asociación Estatal de Representantes de Alumnos de Ingenierías de Ámbito Industrial (AERRAAITI), que se celebró en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial de la Universidad Politécnica de Madrid (ETSIDI), del 15 al 19 de noviembre.

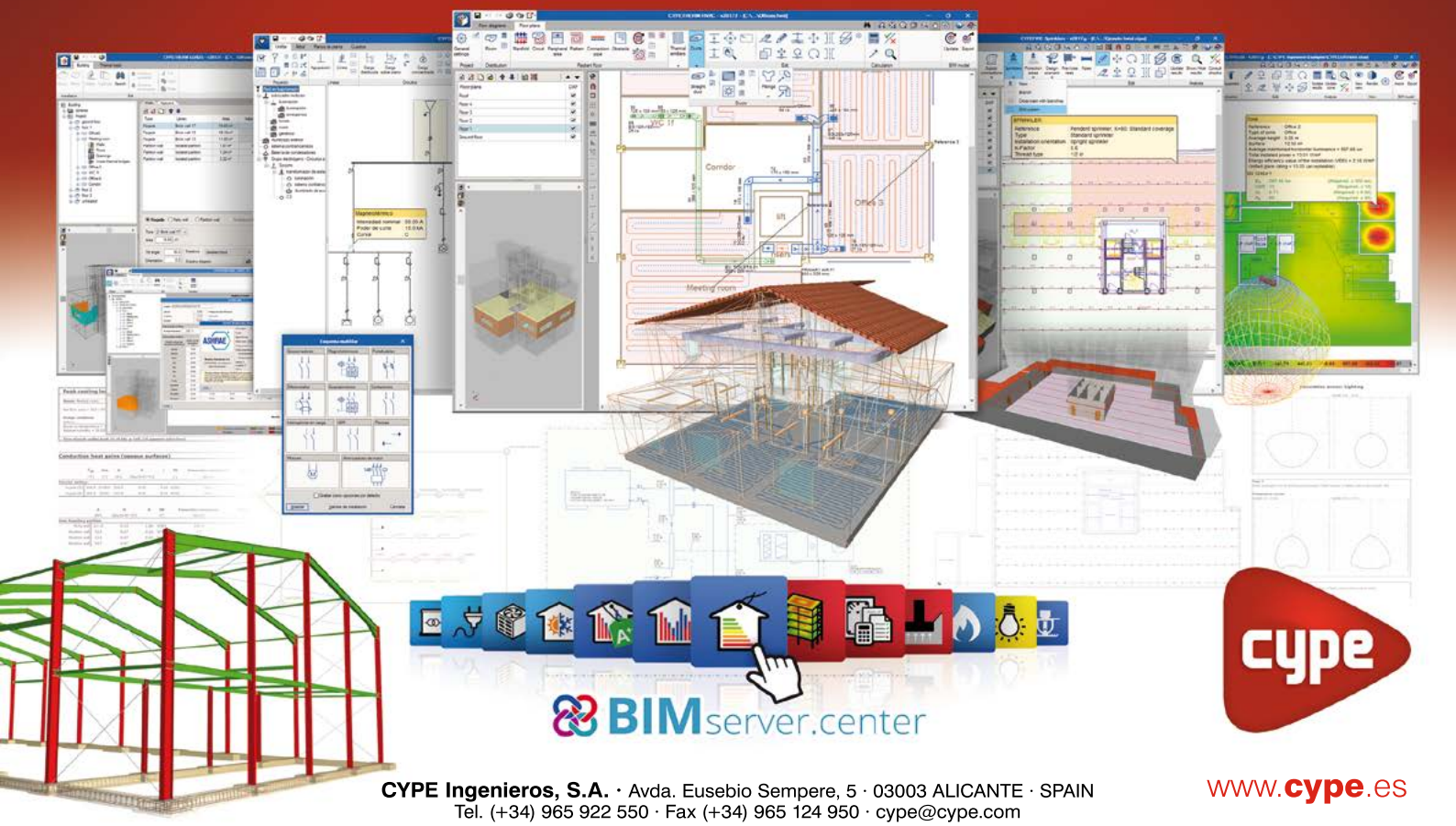
Durante su conferencia, titulada El mercado energético, evolución y futuro, el presidente del Cogiti habló sobre la situación actual del sector de la energía en España y de cómo será la transición energética de los próximos años. En este sentido, destacó que aunque actualmente la mayor presencia de ingenieros de la rama industrial se encuentra en la industria manufacturera, "hay sectores históricos que en estos momentos están en una situación de pujanza y serán un campo estratégico para nuestra profesión, como es el sector energético; y vosotros, como ingenieros que vais a ser, tendréis que estar preparados para protagonizar dicha transición energética".

Por ello, quiso lanzar un mensaje de optimismo y ánimo a los alumnos participantes en el LIX Congreso, ya que se trata de un sector con mucho futuro para ellos, y hacia el que pueden encaminar sus carreras profesionales. "La transición energética va a necesitar muchos ingenieros y va a abrir nuevas oportunidades profesionales, porque van a ser necesarias nuevas infraestructuras, nuevas plantas de producción, y habrá que adaptarse al sector y a los consumos de la energía", señaló.

José Antonio Galdón pronuncia su conferencia sobre el mercado energético.

José Antonio Galdón destacó también que las empresas valoran sobre todo la gran capacidad de adaptación al entorno y a las nuevas tecnologías que tienen los ingenieros, lo que, unido a su versatilidad y a la multidisciplinariedad que les caracteriza, "hace que nuestra profesión siga siendo una de las más demandadas en el mercado laboral". Por ello, es necesario que la ingeniería evolucione al mismo ritmo que evoluciona la industria.

Software para **Arquitectura**, **Ingeniería** y **Construcción**



CYPE Ingenieros, S.A. · Avda. Eusebio Sempere, 5 · 03003 ALICANTE · SPAIN
Tel. (+34) 965 922 550 · Fax (+34) 965 124 950 · cype@cype.com

www.cype.es

Tribuna

Sobre competencias y atribuciones

Francisco Javier Martín Fernández

Ante la oferta de títulos de grado en ingeniería que no otorgan atribuciones profesionales voy a explicar cuáles son las competencias y atribuciones de la titulación de ingeniero técnico industrial y la de los grados que aparecen relacionados con materias industriales. Es un tema que se debe tener en cuenta sobre todo para los titulados que pretendan trabajar en el ejercicio libre de la profesión, ya que muchos grados que ofrecen las universidades no otorgan capacidad legal para ciertos trabajos, como son la firma de proyectos, direcciones técnicas, informes, etc. y, por tanto, no satisfacen las aspiraciones de algunos titulados.

El ejercicio libre de la profesión es el conjunto de trabajos que el ingeniero desarrolla para sus clientes. Estos trabajos se encuentran limitados por las competencias y atribuciones que la normativa confiere a los ingenieros técnicos industriales. Pero hay que diferenciar entre competencias profesionales y atribuciones profesionales.

Como competencias profesionales entendemos las habilidades que uno desarrolla y adquiere para desempeñar trabajos en el mundo laboral. Son capacidades y conocimientos para diversos trabajos en el ámbito de la ingeniería en general o de la ingeniería de alguna especialidad en concreto. Por ejemplo, conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, informes, etc., capacidad para aplicar los principios y métodos de calidad, etc. Dentro de estas competencias se encuentran las capacidades específicas de redacción y firma de proyectos y de dirección de obra relacionada con estos proyectos.

Por otra parte, están las atribuciones profesionales que se encuentran asociadas a lo que se denominan profesiones reguladas. Estas profesiones son aquellas para cuyo ejercicio se requiere cumplir una condición especial que, generalmente, es estar en posesión de un determinado título académico. Las profesiones reguladas se encuentran recogidas en el anexo X del Real Decreto 1837/2008 y la de ingeniero técnico industrial, en su correspondiente especialidad, es una profesión regulada.

Para poder acceder a la profesión de ingeniero técnico industrial hay unos títulos habilitantes que se establecen en la Orden CIN/351/2009. Son los de grado en ingeniería mecánica, en ingeniería eléctrica, en ingeniería electrónica industrial y automática, en ingeniería química y en ingeniería textil. Únicamente estos grados en ingeniería son los que confieren acceso a la profesión regulada de ingeniero técnico industrial.

Las atribuciones profesionales se regulan en la Ley 12/1986, de 1 de abril, sobre regulación de las atribuciones profesionales de los arquitectos e ingenieros técnicos.

> "Existen más de 100 titulaciones de grado en ingeniería de la rama industrial que no tienen atribuciones profesionales"

En su artículo 1 dice que los ingenieros técnicos tendrán la plenitud de facultades y atribuciones en el ejercicio de su profesión dentro del ámbito de su respectiva especialidad técnica, que son cada una de las enumeradas en el Decreto 148/1969, de 13 de febrero (mecánica, eléctrica [electrónica], química industrial y textil). Estas cinco especialidades son las que continúan vigentes hoy en día.

El artículo 2 se refiere al tipo de trabajo que se puede desarrollar. Entre otros, se encuentran la redacción y firma de proyectos, dirección de obras, elaboración de estudios, informes, peritaciones, el ejercicio de la docencia, dirección de industrias, etc. Y, además, todas las que tenían los peritos industriales.

Los peritos industriales tenían sus atribuciones reguladas por el Real Decreto Ley 37/1997, de 13 de junio, sobre atribuciones de los peritos industriales, en el que se dice que tendrían idénticas facultades que los ingenieros industriales, incluso las de formular y firmar proyectos, limitadas a las industrias e instalaciones mecánicas, químicas o eléctricas cuya potencia no exceda de 250 HP (alrededor de 186 kW), la tensión de 15.000 V o su plantilla de 100 personas. El límite de tensión será de 66.000 V cuando las instalaciones se refieran a líneas de distribución y subestaciones de energía eléctrica. Dentro de cada especialidad no existe ningún tipo de limitación.

Las atribuciones de los ingenieros industriales se regulan en el Decreto del 18 de septiembre de 1935, publicado en la gaceta de Madrid, nº 263 de 20 de septiembre de 1935, y son capacidad plena para proyectar, ejecutar y dirigir toda clase de instalaciones y explotaciones comprendidas en las ramas de la técnica industrial química, mecánica, eléctrica y de economía industrial, etc.

En conclusión, la profesión regulada, es decir con atribuciones profesionales, de ingeniero técnico industrial corresponde con los actuales grados en ingeniería mecánica, eléctrica, electrónica, química y textil, con las competencias y atribuciones antes descritas:

-Atribuciones plenas dentro de su propia especialidad.

-Atribuciones limitadas fuera de su especialidad, según se limitó para los peritos industriales.

Como bien se advirtió en números anteriores, existen más de 100 titulaciones de grado en ingeniería de la rama industrial que no tienen atribuciones profesionales, por lo que se aconseja para el que pretenda titularse en un grado de la rama industrial, tener información clara sobre el posible acceso a la profesión de ingeniero técnico industrial y así poder decidir entre los ofertados, ya que los grados en ingeniería con atribuciones profesionales otorgan capacidad legal para la firma de proyectos, direcciones técnicas, informes, etc., pero no otros grados.

Francisco Javier Martín Fernández es vocal del Colegio Oficial de Graduados en Ingeniería de la Rama Industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de Toledo.

3D Limitless, evangelizando sobre la fabricación aditiva

Una auténtica revolución sin límites. Así es como Marcos Souto Fernández y Ramón Sanmartín Dapena, cofundadores de 3D Limitless, definen la fabricación aditiva, comúnmente conocida como impresión 3D. Es un *leitmotiv* que han sabido incorporar como parte del carácter intrínseco de la empresa. "El nombre de la marca describe a la perfección lo que somos y, sobre todo, lo que es la fabricación aditiva: una tecnología que se encuentra cada día con menos límites. Ahora ni siquiera los materiales suponen un problema. Nosotros hemos imprimido en metal, resina e incluso en cerámica. Puedes hacer prácticamente lo que te dé la gana con esta técnica", indica Marcos Souto.

Ramón Sanmartín (izquierda) y Marcos Souto, socios de 3D Limitless.

El modelo ILC

Aunque estos dos socios tienen unos perfiles profesionales muy distintos (Ramón Sanmartín es ingeniero técnico industrial, mientras que Marcos Souto viene del mundo de la informática) 3D Limitless surgió por una inquietud común: "En 2008 decidí centrarme en estudiar todo lo relacionado con las impresoras 3D, y fue entonces cuando me di cuenta de que eran máquinas muy triviales, demasiado sencillas y que cometían muchos errores", explica Souto. Por esa razón, cuando Ramón Sanmartín se unió al equipo, decidieron "combinar elementos de robótica, informática y electrónica para crear una impresora propia: el modelo ILC. El objetivo era desarrollar una herramienta que no tuviese los problemas típicos de este tipo de impresoras (calibración, desajustes, falta de fiabilidad, etc.) y que imprimiese siempre bien", añade Ramón Sanmartín.

Años después del primer lanzamiento, Sanmartín y Souto ultiman los detalles para sacar a la luz un segundo prototipo perfeccionado con respecto a su invención primogénita. "Este modelo es multicabezal, de manera que en la misma impresión puedes combinar materiales rígidos, flexibles e incluso solubles", arguye Sanmartín. Y es que, como indican, el nuevo arquetipo incluye un sistema de cambio de herramienta. De esta forma, la máquina funciona con un único cabezal, pero cuando necesita otro adicional, retira el primero e incorpora el segundo. ¿Cuáles son realmente las ventajas de este mecanismo? Los socios concluyen que todo se reduce a una cuestión de tiempo. "Es más rápida y el sistema de multicabezal permite aumentar la superficie de impresión", indica Sanmartín.

En agosto del 2017, 3D Limitless estuvo, casi literalmente, en la cresta de la ola. Fue entonces cuando a través de un acuerdo de colaboración con el Instituto Tecnológico de Galicia (ITG), la marca coruñesa participó en la trigésima edición del Pull&Bear Pantín Classic Galicia Pro, un campeonato de surf de fama internacional. Así, en tan solo dos meses, los dos asociados se centraron en el desarrollo y diseño de la carcasa estanca y de su fijación a la tabla de surf para el dispositivo FlyThings Surf. Este proceso requirió impresión 3D y diseño 3D paramétrico. "El objetivo era diseñar un mecanismo capaz de soportar golpes y que no se rompiese. Además, había que crear algo que no se pudiese mojar por dentro", puntualiza Souto.

¿El resultado? Una solución formada por un dispositivo *hardware* y por un *software* que representa sobre la imagen de vídeo los valores que alcanza el surfista en cada una de sus maniobras. Esta información permite valorar parámetros como el esfuerzo, la habilidad y la destreza de los *surfers* de forma objetiva. Meses después de culminar este proyecto, la pareja de camaradas presume orgullosa de su colaboración con el ITG, y señalan que este es, sin lugar a dudas, uno de los trabajos de los que "más orgullosos se sienten".

Con todo, además de proyectos para empresas, 3D Limitless se dedica también al modelado 3D. De hecho, Souto y Sanmartín señalan la importancia del diseño para garantizar el éxito de cualquier proyecto: "Muchas veces la gente parte de un croquis o de diseños triviales para la fabricación aditiva, pero lo que no saben es que dedicar tiempo a esta parte es crucial", indican. Tanto es así, que dentro del catálogo de servicios de esta compañía, el modelado 3D se ha convertido en un nuevo nicho de mercado.

En paralelo, Souto y Sanmartín fueron los encargados de impartir el curso *Aprende a imprimir en 3D* en colaboración con la Universidad de A Coruña. "Un departamento de investigación de la universidad tenía una impresora 3D, pero no sabían cómo utilizarla. Durante una semana, los asistentes del taller aprendieron mucho, e incluso nos sirvió para que muchos conocieran nuestros servicios y establecer así lazos comerciales", cuenta Sanmartín.

Un futuro con muchas 'capas'

El futuro es incierto, pero estos dos jóvenes lo imaginan lleno de proyectos ilusionantes que les permitirán crecer como marca. Según comentan, la impresión 3D ofrece un sinfín de posibilidades empresariales, y las grandes firmas están empezando a apostar por esta nueva tecnología para incorporarla a su día a día: "Algunos grupos como Audi trabajan ya con esta tecnología porque se han dado cuenta de que con ella reducen tiempos y costes. Queremos que las grandes firmas empiecen a confiar en la fabricación aditiva, y una vez que eso pase, que confíen en nosotros para ayudarles", remata Souto. Con el objetivo de crear ese vínculo con las grandes firmas, en 3D Limitless ofrecen un servicio de impresión 3D orientado a clientes industriales.

Montserrat González

Ingeniera de sistemas de servicio técnico nuclear e ingeniería en Cofrentes

«Cuando empecé en Cofrentes solo había una mujer en la sala de control de una central española, en Garoña»

Montserrat González, en la central nuclear de Cofrentes.

Bernardo Carrión

Se presentó a una entrevista de trabajo sin saber al puesto al que optaba al día siguiente de leer su proyecto final de carrera. Tres años después, acabó siendo la segunda mujer española en obtener licencia para operar un reactor nuclear, el tiempo que tardó en completar su formación para un puesto tan específico. Su experiencia en Cofrentes le hace afirmar sin dudar que esa central nuclear, que invierte cada año 45 millones de euros en renovación, podría operar perfectamente durante al menos 20 años más.

Nació usted solo cuatro años después de la puesta en marcha de la central nuclear de Cofrentes y en Requena, a menos de cuarenta kilómetros de esa instalación. ¿Tienen estas coincidencias algo que ver con que actualmente trabaje allí?

La verdad es que no. Mis padres son de la zona, pero nadie de mi familia ha trabajado en nada relacionado con la central ni Iberdrola, que es la empresa propietaria. Lo que me ha llevado a trabajar en el sector nuclear fue todo un cúmulo de coincidencias, que hoy agradezco.

¿Cuándo se dio cuenta de que quería ser ingeniera?

Siempre me gustaron las asignaturas de ciencias y cuando en el instituto empecé a plantearme la carrera que quería estudiar busqué una de ciencias, que me atrajese y que tuviera una buena salida laboral. Elegí ingeniería técnica en la especialidad de electrónica industrial porque me encantan las matemáticas, las nuevas tecnologías y porque pensaba que en la electrónica estaba el futuro. Hoy por hoy creo que prácticamente cualquier especialidad me hubiera gustado, porque en mi trabajo actual me tengo que enfrentar a retos técnicos de toda índole y eso me encanta.

Su currículum refleja una vocación absoluta hacia la energía nuclear. ¿Por qué?

Como he dicho antes, fue todo un cúmulo de coincidencias. Cuando estaba terminando el proyecto de final de carrera vi una oferta de trabajo para un proceso de producción en la Comunitat Valenciana, formación a cargo de la empresa y sin necesidad de experiencia previa. No decía nada de nuclear. Para un casi recién titulado era una oportunidad que no podía dejar pasar. Cuando fui a la entrevista, el día después de leer el proyecto, mi sorpresa fue que el trabajo era en la central nuclear de Cofrentes. Pasé por las diferentes fases de selección y acepté el trabajo, concretamente para el puesto

de operadora en la sala de control. No tuve tiempo de dedicarme a otra cosa. El proceso de formación para operador de reactor y turbina es de tres años, muy intensos. Me atrevería a decir que más difícil que la propia carrera. Estudias todos los procesos, sistemas, equipos y procedimientos de la central, además de física nuclear, química y protección radiológica. Es una preparación tan específica que te especializa muchísimo. Y, además, está tremendamente regulada, ya que la licencia no la concede la empresa, sino el Consejo de Seguridad Nuclear.

Como acaba de explicar, entre 2001 y 2004 se formó para obtener la licencia de operadora de reactor y turbina. ¿Hay muchas plazas para ese perfil en España?

Las centrales nucleares tienen un número concreto de licencias de operación que forma el personal encargado de vigilar los parámetros de la planta en la sala de control. Las plazas nuevas que surgen vienen dadas por las necesidades habituales de renovación de personal. En Cofrentes, al margen de las licencias de jefe de turno y supervisor de sala, hay actualmente 18 operadores de reactor y turbina, número similar al resto de centrales nucleares de España. Es decir, el acceso es bastante limitado.

¿Hay muchas mujeres que hayan operado u operen reactores nucleares en España?

El mundo ingenieril ha sido habitualmente un territorio masculino y en especial el sector nuclear. Cuando obtuve la licencia para Cofrentes solo había una mujer en la sala de control de la central nuclear de Garoña. Desde entonces, el panorama para la mujer en este campo ha cambiado mucho: seis mujeres más obtuvieron licencia de operación en Cofrentes y en el resto de la planta el aumento de la presencia de la mujer ha sido exponencial, sobre todo en el área de ingeniería.

Su formación de posgrado ha sido recibida casi toda en la misma central en la que trabaja. ¿Esta alta especialización garantiza en cierto modo una estabilidad laboral?

Supongo que la garantía laboral es la misma que en cualquier puesto muy especializado. Por un lado, haces un trabajo tan específico que eres difícil de sustituir, y por otro, en caso de tener que buscar un puesto de trabajo nuevo fuera de la central, las posibilidades de encontrar algo donde esta experiencia tan concreta puntúe se ven muy reducidas.

¿Trabajar en una central nuclear exige estar en alerta permanente por la responsabilidad que supone gestionar material radioactivo?

Por supuesto, aquí cualquier trabajo se estudia previamente. El control de la dosis, la contaminación y la gestión de los residuos se lleva de una manera muy estricta a todos los niveles, porque sabemos la repercusión que esto puede tener. Todo el personal estamos muy concienciados con la seguridad. Esa es la primera prioridad de la empresa: producir energía eléctrica de forma segura, fiable y respetuosa con el medio ambiente.

Supongo que se trata de un trabajo difícil y que exige una actualización constante…

Para realizar mi trabajo en Cofrentes es necesaria una continua formación, porque el entorno nuclear es cambiante. Cada vez surgen nuevos proyectos o nuevas regulaciones que te obligan a estudiar y mantenerte al día. Esto nos ayuda a que las centrales nucleares se mantengan tecnológicamente actualizadas.

Tras más de 14 años trabajando en Cofrentes, ¿considera, desde el punto de vista técnico, que la central puede seguir funcionando durante mucho tiempo?

Desde luego que sí. Hay centrales similares a Cofrentes en otros países que están alargando su operación a 60 años y yo no veo inconvenientes técnicos para que esto sea así. Piense que gracias a las inversiones continuadas, que en nuestra central rondan los 45 millones de euros anuales, mantenemos la instalación actualizada tecnológicamente y en condiciones de continuar su operación sin problemas, siempre que el regulador renueve la autorización de funcionamiento periódicamente.

Las nuevas tecnologías han llegado al sector de la energía a través de las renovables y están cambiando el mix energético. ¿Cree que en el futuro la energía nuclear formará parte de ese mix?

Si hablamos de mix tenemos que considerar la energía nuclear, por su fiabilidad y seguridad en el suministro. En los últimos años está siendo la fuente de energía eléctrica que más produce en nuestro país (el 22% en 2017) y, por tanto, la que más contribuye a satisfacer la demanda. Además, es una energía que no emite CO_2.Por ejemplo, Cofrentes evita en un año la emisión de cerca de 7 millones de toneladas de CO_2, algo que contribuye muy favorablemente a proteger nuestro medio ambiente. Es muy difícil de sustituir.

¿Se diferencian mucho las centrales nucleares de nueva construcción con las que operan en España en la actualidad?

Las centrales nucleares españolas han funcionado históricamente con altos márgenes de seguridad, y se han ido modernizando progresivamente y adaptando a las tecnologías y experiencias operativas que las hacen más seguras todavía.

¿Cómo se renueva una central que tiene tecnología de hace 40 años? ¿Admite la tecnología actual o es como un coche, que por muy antiguo que sea necesita siempre los mismos repuestos?

Como decía anteriormente, las centrales nucleares están en constante proceso de modernización y actualización tecnológica. Para ello, se pueden utilizar repuestos originales o repuestos alternativos, en los que se busca mejor rendimiento, mejor material o nuevas tecnologías. La diferencia es que los requisitos de calidad y fiabilidad en nuestra industria son mucho mayores que en otros sectores.

Si no trabajase en el sector nuclear, ¿en cuál otro le gustaría trabajar?

Cuando estudié Ingeniería en Organización Industrial descubrí que en el mundo de la logística podría encajar. También me encanta el sector del automóvil porque es un producto que aúna un gran número de disciplinas y es muy tecnológico.

¿Qué opinión le merece el proyecto internacional ITER para conseguir energía mediante la fusión nuclear? ¿Cree que es el futuro de la energía?

El proyecto ITER es fascinante por la envergadura que tiene, por la coordinación multicultural y porque está propiciando un entorno de investigación muy necesario para desarrollar nuevas tecnologías en todos los campos. Sin duda, va a formar parte del futuro de la energía, pero le queda un largo recorrido aún.

Tribuna

¿Provincias con futuro?

José Luis Hernández Merchán

El plan de infraestructuras realizado en España en las últimas décadas ha conseguido que provincias que hasta ahora se consideraban no atractivas a las grandes inversiones puedan y deban ser tenidas en cuenta como una opción a estudiar, como es el caso de Zamora.

Zamora, provincia ubicada en el noroeste peninsular, ocupa un lugar estratégico, fronterizo con Portugal, Galicia, Valladolid, Salamanca y León, comunicado por AVE con Madrid, a poco más de una hora, con autovías que la conectan con cualquier parte de España, tren de mercancías, aeropuerto a 60 km y puertos cercanos, tanto portugueses como gallegos, asturianos, cántabros y vascos.

¿Por qué estas provincias que están perdiendo paulatinamente población son interesantes para los inversores?

> "La sangría de profesionales que han sufrido las pequeñas provincias es una herida que debe ser tratada. De no tratarse este éxodo, provincias como Zamora se verán avocadas al cierre por defunción"

Dejando al margen intereses sociales, de fijar población, de dinamizar otras zonas de España que lo necesitan, así como otras de tipo de rendimientos no económicos, que no se pueden obviar, hay que prestar atención a ventajas objetivas: apoyo institucional a cualquier tipo de inversión, suelo industrial o con posibilidad de convertirlo en industrial a precios muy competitivos, calidad de vida de los trabajadores, excelentes comunicaciones, parque de viviendas a precios muy atractivos, cercanía a recursos naturales: generación de energía, en especial renovables, tanto hidroeléctricas, solares y eólicas; recursos mineros, así como espacios naturales inigualables.

La sangría de profesionales que han sufrido las pequeñas provincias es una herida que debe ser tratada. De no tratarse este éxodo, provincias como Zamora se verán avocadas al "cierre por defunción".

Los cimientos ya los tenemos, pero precisamos de visibilidad tanto nacional como internacional. Es una labor "obligatoria para todos". La despoblación por falta de natalidad o por emigración de los jóvenes, y no tan jóvenes, a otras provincias ya saturadas de población, está generando en nuestro país regiones con personas de primera y regiones con personas de tercera.

Esto, que es muy fácil decir, tiene soluciones complicadas. El dinero llama al dinero, y los empresarios e inversores no van a arriesgar su capital por solucionar los problemas que estamos exponiendo.

Si bien yo no soy partidario de las ayudas oficiales, es cierto que para que los inversores pongan sus ojos en otras zonas de España, es necesaria, además de operaciones de mercadotecnia, apoyo institucional. En actualidad, el que suscribe trabaja en la Administración, pero ha estado muchos años al otro lado de la mesa y sabe lo que un profesional, empresario o particular se juega, arriesga y sufre, cuando precisa realizar cualquier inversión.

Por todo lo anterior entiendo que para dinamizar las zonas despobladas o en vías de despoblación se deben regular leyes que favorezcan los trámites, que sean claros y que no pongan obstáculos o indefensión ni a la Administración ni al administrado.

No puede ser, por ejemplo, que para realizar una inversión consistente en la construcción de una pequeña nave industrial, en suelo rústico de un pueblo de Castilla y León, se deba justificar el interés social de la inversión. Claro que la ley obliga a justificar el interés social, y en este caso habría que preguntarse si la simple inversión de ese "paisano" que quiere hacer una pequeña nave en su pueblo no es ya de por sí un acto heroico. Pues estas son las leyes que tenemos. ¿No es más fácil cambiar la ley, cuando se ve que es ineficaz? Parece que no, que es mejor solicitar justificación al promotor y demorar la inversión meses.

No quiero olvidar la universidad que también tenemos en nuestra provincia, *fábrica* de grandes profesionales que irremediablemente tendrán que emigrar de su provincia por falta de oportunidades en ella.

> "Para dinamizar las zonas despobladas se deben regular leyes que favorezcan los trámites y no pongan obstáculos ni a la Administración ni al administrado"

Para concluir, es obligatorio reflexionar sobre el modelo de país que queremos: ¿un país con zonas industrializadas, jóvenes, dinámicas... y otras zonas con asilos de ancianos, algún agricultor y ganadero, funcionarios y unos cuantos comerciantes con sus negocios sobreviviendo al lado de alguna franquicia que ha osado instalarse en estas zonas *provincianas*?

No puede ser que, por intereses políticos, que no económicos, se prioricen zonas conflictivas frente a otras que nunca han dicho una palabra más alta que otra y que han sido secularmente conformistas con su situación.

José Luis Hernández Merchán es ingeniero técnico industrial e ingeniero industrial. Ha sido director de la división industrial del grupo Inzamac-Tecopy (1993-2007), funcionario de la Diputación de Zamora, jefe de sección del Parque de Maquinaria e ingeniero del Servicio de Asistencia a Municipios desde 2007. Es decano del Colegio Oficial de Graduados e Ingenieros Técnicos Industriales de Zamora desde 2017.

Incluye un acceso durante un año a **CISS Prevención de Riesgos Laborales**, Base de Datos especializada en PRL valorada en 559€

Formación

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

La Prevención de Riesgos Laborales continúa siendo una materia imprescindible en todas las empresas. Por este motivo la demanda de profesionales orientados y formados en PRL es cada vez mayor en el mercado.

Consigue el título máster y obtén tu gran ventaja competitiva.

Metodología

Una metodología didáctica online cuyo objetivo es que dispongas de tu propio ritmo de estudio, decidiendo cuándo y cómo estudiar y, por tanto, totalmente compatible con tu actividad profesional.

Podrás acceder desde cualquier lugar al aula virtual, donde encontrarás el temario del máster y la documentación de soporte.

Contarás con un seguimiento y atención personalizados proporcionados por los tutores en la misma plataforma y también por correo electrónico y vía telefónica.

Tendrás un aprendizaje activo y colectivo, a través del intercambio de conocimiento y experiencias en los foros.

Contarás además, con el apoyo de sesiones síncronas.

La evaluación será continua y formativa y se adaptará al carácter de las asignaturas y las competencias a evaluar. La nota final será la media, según la ponderación establecida de la calificación de las distintas actividades de cada asignatura: test de evaluación, casos prácticos, cuestionarios de preguntas cortas, test de seguimiento y participación en las diferentes actividades del aula virtual.

Programa

1. Permite cursar el **Título de Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales**, adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), nivel 3 del MECES y nivel 7 del EQF.
2. Incluye las 3 especialidades:
   - Seguridad
   - Higiene
   - Ergonomía

- Créditos: 60 ECTS
- Modalidad: e-learning
- Fecha inicio: 24/05/2018 (Fecha límite de admisión 24/04/2018)
  Fecha fin: Marzo 2019
- Con el apoyo docente de reconocidos **expertos en la materia**
- Precio total del Máster: 3.250 € (Posibilidad de pago fraccionado)
- Programa **bonificable** en los seguros sociales (Fundación Estatal para la Formación en el Empleo- FUNDAE).
- Condiciones económicas especiales para colegiados que ya poseen el título no universitario de Técnico Superior en PRL. Se concederán siempre que acrediten poseer el título de Técnico de Nivel Superior en PRL (conforme al artículo 37.2 del Real Decreto 39/1997).
- Acceso a la base de datos **CISS Prevención Riesgos Laborales**
- Potencia tu Networking
- Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales por la **Universidad Francisco de Vitoria**. Verificado por la ANECA.
- Descuentos a reconocidas obras en PRL de Wolters Kluwer: 50% descuento Base de datos CISS Prevención, 35% descuento Revista Gestión Práctica Riesgos Laborales, 15% descuento en Anuarios TODO PRL y Prontuario PRL.

Infórmate ahora

Para más información así como para formalizar la matricula, pueden ponerse en contacto con **Luís Antonio Durán**, en el teléfono **699 49 77 51**, o por e-mail **aduran@wke.es**

Valle Rincón Rodríguez

Directora del programa de formación en cultura financiera Enfoque 360º, de Wolters Kluwer.

"En 2018 la mujer continuará trabajando por su plena incorporación en la toma de decisiones empresariales"

El 8 de marzo, Día Internacional de la Mujer, es la fecha que dignifica, reivindica y especialmente recuerda con admiración y gratitud a todas aquellas mujeres que lucharon, demandaron, exigieron y transformaron el mundo, arriesgando su propia vida por la lucha de la igualdad de género en todas las facetas: social, político, legal, económico, familiar, entre otros, en un pasado muy difícil y resistente al que vivimos hoy en día. Si bien es cierto, todavía nos falta mucho por recorrer para conseguir una verdadera igualdad de género, no podemos negar todo lo que las mujeres hemos recorrido y avanzado en la historia.

Hay un mundo, el financiero, en el que queremos adentrarnos para testar cuál es el papel de la mujer en pleno siglo XXI. Precisamente, para pulsar una voz autorizada contamos con Valle Rincón Rodríguez, que en su dilatada carrera profesional de más de 18 años, 13 en ámbito internacional, se ha especializado en control interno, Sarbanes Oxley, en áreas de cumplimiento, cierres contables y *reporting* y control de gestión, auditoría externa e interna, desarrollo de sistemas y consultoría de riesgos de negocio. Además, dirige un programa ejecutivo formativo en cultura financiera de la empresa, *Enfoque 360º*, de Wolters Kluwer.

Valle Rincón Rodríguez.

¿Cómo visualizas el papel de la mujer en las finanzas del 2018?

En los últimos años, en el mundo de las finanzas se han dado avances, pero aún queda por recorrer un largo camino, ya que son muchas las mujeres a las que aún no se las involucra en la toma de decisiones. Solo un número muy reducido llega a ocupar cargos directivos como puede ser el puesto de CEO (director general), y no estamos representadas adecuadamente en los consejos de administración.

Pienso que el 2018 será un año importante, en el que la mujer continuará trabajando por su plena incorporación en la toma de decisiones empresariales, y la sociedad y las empresas tomarán cada vez más conciencia de la importancia de eliminar las barreras existentes enfocando sus esfuerzos para lograr equipos de profesionales plurales, independientemente de la condición de género de sus integrantes.

¿Una profesional como tú con una dilatada experiencia internacional tendrá unas valiosas consideraciones sobre las diferencias del papel de la mujer de unas zonas geográficas a otras del mundo?

Por supuesto, así es. Tuve la oportunidad de trabajar en países del mundo donde por cuestiones religiosas, culturales, económicas existe un mayor atraso en estos temas, y lamentablemente, las mujeres tienen un papel menos relevante en la marcha de la sociedad y, por supuesto, en la toma de decisiones empresariales respecto a las mujeres que trabajan en Europa. Pienso que nuestros esfuerzos deben enfocarse en hacer visibles estas situaciones y en analizar la idoneidad de las medidas que deben adoptarse para empezar a disminuir la significante brecha y desigualdad de género existentes en esos países.

¿Seguro que en bastantes ocasiones has sido la única presencia femenina en reuniones de trabajo? ¿Has visto una evolución en los últimos años con un aumento de compañeras en los puestos de responsabilidad de las distintas áreas de las empresas?

Sí, en algunas reuniones he sido la única presencia sin corbata, aunque debo decir también que han sido reducidas y se han dado tanto en países de Europa como fuera de ella. En estas ocasiones siempre me he mostrado firme y me he sentido libre para expresar mi juicio profesional, porque estaba convencida de que esa era la razón por la que yo estaba asistien-

do a esas reuniones. En los últimos años he visto una evolución positiva a la hora de promocionar o contratar a mujeres para liderar proyectos o hacerse responsable de áreas y no únicamente a nivel local, sino también a nivel internacional.

¿Cuáles han sido tus referentes en estos temas de igualdad de género?
Principalmente mi familia y mi entorno, mis padres me han educado en el principio de la igualdad de género, haciendo hincapié que el éxito es resultado del esfuerzo continuo y me han inculcado la importancia que tiene la formación. Mi hermano Roger, que desgraciadamente falleció hace un par de años, siempre me impulsaba a llevar a cabo nuevos retos por muy difíciles que pudieran parecer y nunca pensó que mi posición de mujer fuera óbice para no intentarlos o conseguirlos; él, que era un gran aficionado de los cómics y un excelente dibujante, siempre me decía que faltaban más heroínas en el universo Marvel y pienso que es cierto.

¿Es cierto que la mujer en la empresa debe demostrar mucho más su talento o valía que cualquier compañero para acceder a puestos de responsabilidad? Y, ante la evidencia de la existencia de una brecha salarial, ¿cómo crees que podría reducirse hasta dejar de producirse, aunque no es tarea fácil?
Lamentablemente, pienso que la mujer ha sentido que debe demostrar más su talento, pero entiendo que esto es así, porque partimos de una situación de desequilibrio y en algunos casos, percibimos que nuestro trabajo se había juzgado previamente solo por nuestra condición de mujer. En cualquier caso, cada vez estamos más convencidas de que nuestro trabajo y esfuerzo nos definen como las profesionales que somos.

Tanto en disminuir la brecha salarial como en eliminar la discriminación, la transparencia, la formación y la normalización en estos temas son cruciales, tanto en las empresas como en la sociedad; las empresas deberían tener presente entre sus objetivos, a la hora de hacer sus planes de negocio, el asegurarse de que existe esa igualdad en las organizaciones y establecer medidas para conseguirlo, pero siempre partiendo de la premisa de la meritocracia. Otras iniciativas que pueden ser positivas pueden ser medidas que fomenten la conciliación familiar, incrementar el permiso paternal, el currículo anónimo en el que la condición del candidato no se revela y establecer estrategias en los departamentos de recursos humanos para incentivar la búsqueda de talento interior para puestos de alta dirección. Es importante visibilizar el talento y los éxitos independientemente de la condición. Aunque aún queda mucho camino por recorrer, es importante establecer prioridades en las que trabajar por esta igualdad. Me preocupa que iniciativas recientes, como la de reivindicar el género gramatical de algunas palabras pueden llegar a diluir la importancia y esfuerzos de otras iniciativas por la lucha de la igualdad. Las medidas y los esfuerzos deben trabajarse desde diversos ámbitos de las organizaciones y de la propia sociedad y deben involucrar siempre a los hombres en la búsqueda de la pluralidad.

> "Me preocupa que iniciativas recientes como la de reivindicar el género gramatical de algunas palabras pueden diluir otras iniciativas por la igualdad"

¿La mujer debe estar presente por cuota o por sus méritos, o asegurar una cuota es una herramienta de partida para que haya un acceso mayor de las mujeres a puestos relevantes?
Me resulta curioso que me hagáis esa pregunta hoy, porque la respuesta hubiese sido muy diferente hace tan solo unos años. Antes, consideraba que esta forma de discriminación positiva no era la mejor manera de solucionar la desigualdad; no entendía la imposición de la mujer en los órganos de decisión, entendiendo que las empresas deberían estar convencidas de que la meritocracia debía ser el único y mejor criterio para ocupar esos puestos. Lamentablemente, las cifras y avances en estos últimos años revelan que las cuotas son necesarias, aunque sea de forma temporal, al menos a corto y medio plazo, porque partimos de una situación de desigualdad importante.

Según un informe de WomenCEO de octubre de 2017, el número promedio de mujeres respecto al número total de miembros en consejos de administración dentro de las empresas del IBEX 35 es tan solo del 21,8%. Si analizamos de forma individual las empresas podemos ver que, en 8 de esas empresas, el número de consejeras es igual o inferior al 10%.

Se habla de un techo de cristal, pero en verdad considero que es un muro difícil de derribar. Según el Foro Económico Mundial se estima que en el año 2133 llegará la igualdad entre hombres y mujeres. Estamos ante una situación de desigualdad difícil de corregir y la pregunta que tal vez deberíamos empezar a plantearnos, más que cuotas o méritos, es cuánto tiempo puede perpetuarse esta situación en el tiempo. Estoy convencida de que cuando esta situación de inequidad se corrija no serán necesarias.

Todas las empresas buscan talento y colocar a los más competentes para liderar, sea hombre o mujer, donde la formación es clave para alcanzar y mantener ese nivel, como experta en formación en temas financieros, ¿qué nos podrías decir sobre la formación en cultura financiera de la empresa, y, concretamente, qué crees que aporta tu curso especialmente para lograr que alguien, además de ser competente, sea competitivo en su sector?
Hoy en día las empresas han tomado conciencia de tener una robusta cultura financiera en todos los departamentos para su buen funcionamiento y gestión. Nuestro curso está enfocado a la preparación de los perfiles actualmente demandados por el mercado laboral, perfiles polivalentes, transversales, con un gran conocimiento del negocio y versátiles con capacidad de adaptarse a los cambios en el entorno especialmente motivados por la nueva era digital en la que estamos inmersos. Nuestro curso tiene un enfoque muy novedoso y ambicioso (el enfoque 360º) de cubrir todo el negocio y llegar a todos esos conocimientos y prácticas financieras clave que deben estar bajo el enfoque de cualquier profesional independientemente del puesto o área en la que trabaje.

Tenemos el privilegio de contar con un equipo docente plural, brillante, multidisciplinar, que cuenta con una dilatada experiencia profesional que acompañará a los alumnos en ese recorrido. Entendemos que la diversidad de conocimientos y experiencias analizados en el curso van a enriquecer los perfiles de los alumnos que realicen este curso y les resultará de gran ayuda en su recorrido profesional en las empresas.

El 'AVE Madrid-Barcelona' de la época romana pasaba por Córdoba

El descenso del nivel de los pantanos ha sacado a la luz nuevos tramos perfectamente conservados de la vía romana entre Córdoba y Mérida. Esto ha premitido que se recupere el patrimonio romano del Alto Guadiato, ya que la falta de precipitaciones ha dejado ver varios tramos de esta infraestructura por la que le llegaba a Córdoba más riqueza que a ninguna otra ciudad de la Andalucía romana

Posible identificación de la vía romana entre Villanueva del Rey y Sierra Palacios (izquierda) y Sierra Palacios y Belmez (derecha). Foto: Antonio Monterroso/Cordobavuela.

Lo que podría considerarse el 'Ave Madrid-Barcelona' de la época romana pasaba por el Alto Guadiato. Era la vía entre Corduba y Emérita Augusta, las capitales más relevantes de la Hispania junto con Tarragona. En concreto, varios tramos de esta vía estratégica, la única por aquel entonces que permitía comunicar dos capitales provinciales hispanas y conectar el Valle de Guadalquivir con el del Guadiana, acaban de ser hallados por un grupo de investigación de la Universidad de Córdoba.

La sequía actual está favoreciendo la recuperación del patrimonio romano del Alto Guadiato, puesto que la falta de precipitaciones está dejando a los investigadores profundizar y poder prolongar en tiempo los trabajos en dicho espacio, especialmente, en los pantanos del Alto Guadiato, Puente Nuevo y Sierra Boyera.

La relevancia de esta vía, una de las calzadas más amplias del toda la Hispania romana, reside en que por ella se organizaba el comercio de todo el mineral que Roma extraía de la comarca de los Pedroches y el Alto Guadiato en época romana.En concreto, por ella circulaba el cobre cordobés de Cerro Muriano y del Alto Guadiato –famoso en la Roma del siglo I. d. C–, la plata y el plomo de las minas de Los Pedroches o el preciado mercurio y minio de las minas de Almadén.

Córdoba, centro intermodal de comunicaciones

Se trata de la vía que permitió, como dicen los textos clásicos, que la tierra de Córdoba "nunca dejase de ser de oro" y la que ayudaría a explicar el destacado desarrollo urbano de Mellaria, por donde transcurría en dirección Lusitania. Todas esas mercancías se reorganizaban en Córdoba desde donde se embarcaban con destino a Roma, aprovechando la navegabilidad del río Baetis. De este modo, Córdoba actuaba de verdadero centro intermodal de comunicaciones.

Según apunta el director del proyecto de investigación Alto Guadiato Arqueológico-Ager Mellariensis de la Universidad de Córdoba, Antonio Monterroso Checa, "la capital de la Bética nunca hubiera sido tan rica sin esta vía de comunicación, verdadero cauce de riqueza y administración de la mayoría de su territorio, la Sierra, que estuvo articulado así por uno de los viarios económicos más importantes de toda la Hispania Romana y, sin duda, el primero de toda la Bética".

Monterroso explica que de esta vía romana solo se conocían varios tramos muy bien conservados, entre Cerro Muriano y Córdoba. Según detalla, fue el profesor de la UCO Enrique Melchor quien había detectado otros sectores más en La Granjuela, El Vacar y Espiel. Sin embargo, no se conocían los tramos, kilométricos y perfectamente conservados, que ha dejado a la luz el embalse de Puente Nuevo, o algunas readaptaciones de la vía en épocas posteriores en el de Sierra Boyera, entre Peñarroya, que han detectado los investigadores que integran este proyecto.

Sin embargo, los nuevos tramos documentados en Puente Nuevo llegan a

‘Ager Mellariensis’

El objetivo del proyecto Ager Mellariensis es la documentación arqueológica y la investigación científica de la ciudad romana de Mellaria y su paisaje. El trabajo se centra en los datos arqueológicos relacionados con la conexión por carretera entre la Corduba romana y Mellaria. A lo largo de los 85 km entre Corduba y Mellaria, se ha estudiado por primera vez este eje vial arqueológico. El trabajo describe los dos métodos de la investigación. Por un lado, donde el camino no es visible en el suelo, se ha buscado utilizando las ortofotos aéreas del Plan Nacional de Ortofotos Aéreas (PNOA), combinados con la ortofoto térmica realizada por Quantalab-CSIC2. Por otro, donde se conserva el camino, los investigadores realizaron levantamientos fotogramétricos para clarificar la técnica de ingeniería, los ángulos de pendiente y los problemas orográficos para pasar de 110 a 550 metros sobre el nivel del mar en 11 km.

Arriba, la vía Corduba-Emerita a lo largo del Ager Cordubensis con los tramos analizados en el proyecto Ager mellarensis (PNOA, Ministerio de Fomento). Abajo, estado de un tramo de la vía. Foto: Universidad de Córdoba.

tener hasta doce metros de ancho, ocho metros para la superficie de tránsito y dos más, a cada lado, para los bordillos y cunetas. La composición del firme se realiza mediante un elevado terraplén terrizo sostenido por muros laterales con un firme de grava como superficie final de rodadura, lo que permite a la vía seguir un recorrido rectilíneo aislándola de arroyos e impidiendo su encharcamiento.

Doble dirección

En las zonas más llanas del valle del Alto Guadiato podían circular carros en doble dirección, haciendo más seguro y ágil el tránsito de las mercancías que por ella discurrían. El director de este proyecto indica que el hallazgo de esta calzada romana entre Córdoba y Mérida “hace justicia con la suma importancia que el Alto Guadiato y Los Pedroches tuvieron para Córdoba y Roma en la Antigüedad. Fueron dos territorios estratégicos, directamente administrados por las oligarquías de la Córdoba romana en tutela de la administración imperial”. A juicio de este experto, “si Córdoba tuvo los monumentos que tuvo fue porque por esta infraestructura le llegaba más riqueza que a ninguna otra ciudad de la Andalucía romana”. El Proyecto Alto Guadiato Arqueológico - Ager Mellariensis cuenta con la autorización de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir para proceder al estudio de estos tramos documentados.

Referencia: Antonio Monterroso Checa y Massimo Gasparini, Aerial Archaeology and Photogrammetric surveys along the roman way from Corduba to Emerita. Digitalizing the ager Cordubensis and the ager Mellariensis, *Scientific Research and Information Technology*, 2016, 6(2):175-188. Doi: http://dx.doi.org/10.2423/i22394303v6n2p175.

Fuente: Universidad de Córdoba.

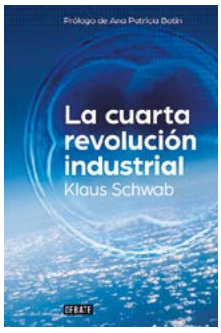
La cuarta revolución industrial

Klaus Schwab

Debate. 224 págs.
ISBN 978-84-99926-94-0

Son numerosos los acercamientos para analizar los posibles desafíos del futuro y sus nuevos paradigmas. La convergencia de sistemas digitales, físicos y biológicos modificará la forma de vida de la humanidad. En *La cuarta revolución industrial*, Klaus Schwab, fundador del Foro Económico Mundial, describe las características clave de la nueva revolución y resalta las oportunidades y dilemas que plantea. Las nuevas formas de colaboración y gobernabilidad, acompañadas de una narrativa positiva y compartida, pueden moldear la cuarta revolución industrial para beneficio de todos.

Las ideas de este libro nos ayudan a vislumbrar el futuro e imaginar cómo será nuestra industria en los próximos años, y a reflexionar sobre qué tipo de organización necesitamos para tener éxito. Alega: "Les debemos a nuestros empleados, clientes, accionistas y comunidades adoptar esa transformación con responsabilidad". Para el autor, la cuarta revolución industrial nos exige pensar lateralmente, uniendo industrias y disciplinas antes delimitadas de forma precisa. La trayectoria de cada una de las revoluciones industriales nunca ha sido fácil ni directa. El tipo de trabajo se transforma. La mecanización y la producción en masa trasladaron a millones de personas de la producción agrícola y el campo al trabajo en fábricas y ciudades. Los ordenadores y el desarrollo de los medios de transporte hicieron posible la construcción de cadenas de abastecimiento más extensas y flexibles, que han atravesado fronteras y convertido los mercados locales en mercados globales y más interdependientes que nunca. Sin embargo, el autor está convencido de que la "tecnología no destruye empleo, pero las capacidades que se requieren cambian y eso puede crear inquietud. Por eso es indispensable que ayudemos a los trabajadores a desarrollar las destrezas que exigen los trabajos de la nueva era industrial".– **P. C. R.**



La evolución de la tecnología

George Basalla

Editorial Crítica. 304 págs. ISBN 978-84-9892-186-4

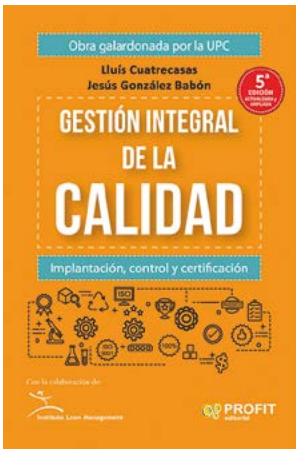
En este libro George Basalla quiere cambiar la imagen tópica del gran inventor o del individuo heroico que revoluciona el mundo con sus hallazgos innovadores y nos propone una nueva manera de entender la historia de la técnica: una visión evolutiva, semejante en cierto modo a la de los seres vivos. Sostiene que en cada momento hay una variedad de opciones diversas para resolver los problemas técnicos que se presentan y que la sociedad escoge unas y margina otras de acuerdo con una serie de criterios, no solo económicos, sino también culturales, en un proceso que se desarrolla gradualmente, partiendo de la tecnología existente. A mediados del siglo XIX, se empezó a interpretar que la diversidad de la vida era el resultado de un proceso evolutivo. Pero se ha pasado por alto o se ha dado como obvio otro ejemplo de diversidad de formas en la Tierra: la diversidad de cosas realizadas por manos humanas. A esta categoría pertenece "el vasto universo de objetos utilizados por la humanidad para hacer frente al mundo físico, para facilitar la relación social, para deleitar la fantasía y para crear símbolos significativos", según el autor. Esta teoría se ilustra en el libro con una serie de ejemplos que permiten explicar desde las razones por las cuales los chinos, que idearon el arte de imprimir libros, no acertaron a dar el paso que significaba el uso de tipos móviles, hasta la historia de cómo y por qué se inventó en Norteamérica, hacia 1873, el alambre de espino (que tanto habría de influir en el rumbo de la Primera Guerra Mundial), pasando por los proyectos tecnológicamente factibles, pero desechados por su inutilidad social.– **Pura C. Roy**

Gestión integral de la calidad. Implantación, control y certificación

Lluís Cuatrecasas y Jesús González Babón

Profit Editorial. 419 pág. ISBN: 978-84-16904-78-5

La calidad es un concepto central en el que se mueve la industria y resulta necesaria para liderar su producción. Su complejidad se resuelve teniendo conocimiento de las herramientas oportunas y su aplicación a los distintos procesos. Lluís Cuatrecasas ha escrito varios libros sobre calidad, producción y otras materias relacionadas con la administración de empresas. Estas actividades las compagina con la realización de estudios sobre sistemas de calidad, plantas de producción y dirección de proyectos. Es doctor ingeniero industrial y catedrático de la Universidad Politécnica de Cataluña. Como asesor centra su labor en la gestión industrial de la que da buena muestra este libro escrito conjuntamente con Jesús González Babón, también ingeniero y responsable de ingeniería de calidad de empresas como Renault España. En este libro, que ya va por su quinta edición, se tratan los conceptos, metodologías y técnicas más avanzadas que permiten obtener la calidad total de las organizaciones y gestionar los procesos con costes asumibles y lo más bajos posibles. Entre las novedades que introduce está el modelo de calidad y excelencia, relanzado en 2013 y que ha mejorado el rendimiento sostenible y la competitividad de las empresas europeas. Además, los autores han incluido tres nuevos capítulos relacionados con la calidad y centrados en la metrología y la calibración industrial, la responsabilidad social corporativa y la calidad y la metodología Lean de la que Cuatrecasas es un especialista.– **P. C. R.**



El Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial es una corporación de Derecho Público que integra 50 Colegios que desarrollan su profesión en los distintos sectores de la industria, la Administración, la docencia y el ejercicio libre.

Desde el Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial se ofrecen servicios y actuaciones en el ámbito corporativo, profesional y social a Colegios y Colegiados.

COGITI
Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España

www.cogiti.es

Servicios ofrecidos por el COGITI a Colegios y sus Colegiados

Legislación y jurisprudencia
Bases de datos de legislación, jurisprudencia y reglamentos técnicos.

FNMT
Convenio con la Fábrica Nacional de Moneda y Timbre para emisión y consulta de revocación de certificados digitales.

Ventanilla Única
Ventanilla Única de la Ingeniería Técnica Industrial.

Acreditación DPC Ingenieros
Tu experiencia y formación tienen un valor.

Suscripción a normas UNE
Acceso online.

COGITI-EUROPA
Oficina europea del COGITI en Bruselas.

Certificación de personas
Entidad de Certificación de personas del COGITI.

Formación on-line
Plataforma de formación on-line del COGITI.

Central de compras
Condiciones ventajosas en la compra de material de oficina y en la reserva de hoteles y restaurantes.

Asesoría Jurídica
Asesoramiento jurídico a Colegios.

Certificación Energética
Portal de Certificación de eficiencia energética de edificios.

In.Me.In.
Institución de Mediación de Ingenieros.

Asesoría Técncia
Asesoramiento técnico a Colegios.

Portal Proempleoingenieros
Plataforma integral de empleo para Graduados e Ingenieros Téc. Industriales.

Movilidad Internacional
Programa de Movilidad Internacional y "Punto de Contacto" en Alemania.

© COGITI · Consejo General de la Ingeniería Técnica Industrial
Avda. de Pablo Iglesias 2, 2º
Teléfono: 91 554 18 06 - 09 / Fax: 91 553 75 66 / E-mail: cogiti@cogiti.es
http://www.cogiti.es

COGITI
Consejo General de Graduados en Ingeniería rama industrial e Ingenieros Técnicos Industriales de España