

ESCUELA DE INGENIEROS DE CAMINOS DE VALENCIA

8 de Noviembre 2018

Conferencia impartida por Fernando Abril-Martorell

(Presidente de INDRA)

LA INGENIERIA CIVIL FRENTE A LOS RETOS DEL SIGLO XXI

- Buenos días a todos, gracias por invitarme a intervenir en este encuentro internacional, al que le deseo el mayor de los éxitos.
- También deseo felicitar a la Universidad Politécnica de Valencia y a la Escuela de Ingenieros de Caminos por cumplir los primeros 50 años de historia.

Constatamos la importancia de la ingeniería y hacemos un poco de historia

- La misión social de la ingeniería es importante y fundamental: **resolver los problemas y las necesidades de las personas a través de la técnica, el conocimiento y la innovación.**
- Como tal, **es una profesión muy antigua.** Podemos recordar las grandes obras de ingeniería romana de hace 2000 años. Muchas todavía perviven.
- Hoy hablamos mucho de innovación, pero los romanos fueron **grandes innovadores en ingeniería** sin utilizar jamás la palabra “innovación”. Utilizaron, ampliaron y mejoraron conceptos e ideas que habían ya sido creados en otras culturas anteriores. **Hasta en eso fueron sensatos y prácticos. Buenos ingenieros, en resumen.**
- Acercándonos más a nuestro tiempo, la ingeniería civil nace, en términos modernos, como un “spin-off” de la ingeniería militar que durante siglos fue la única que dispuso de conocimientos, técnicos y financiación para ejecutar proyectos.
- De hecho, es muy interesante constatar que **la ingeniería Civil moderna es hija de la Ilustración**, una época en la que se progresa enormemente en los conocimientos racionales y en las técnicas de la ciencia.
- En España, ese espíritu ilustrado y racional animaba un movimiento de regeneración y desarrollo económico y material de un país que necesitaba todo tipo de reformas. Y mucho conocimiento técnico para implantarlas. En este caldo de cultivo se crean las primeras Escuelas de Ingeniería.
- Es relevante en este punto **recordar que Valencia fue uno de los principales focos de la Ilustración española.** Los “novatores” valencianos (apelativo que viene de innovadores, en tono peyorativo, en una época en la que la innovación no estaba precisamente bien vista) fueron precursores de los ilustrados y pusieron la base para una **amplia generación de humanistas e intelectuales valencianos** posteriores.

- Ese núcleo ilustrado dio alguna de las **figuras más brillantes de nuestra ciencia como Jorge Juan, humanista, ingeniero naval, astrónomo y matemático español**, que reformó la Armada española y la puso en la senda de la modernidad tras siglos de atraso. Su fascinante vida daría para otra ponencia.
- Como muchos aquí saben, el nacimiento formal de la ingeniería civil en España tuvo lugar en 1799 con la creación del Cuerpo de Ingenieros de Caminos y en 1802 con la fundación de la primera Escuela en España a semejanza de la École des Ponts et Chaussées de París.
- Esta Escuela tuvo una breve etapa inicial, ya que fue clausurada con el regreso al trono de Fernando VII en 1823, rey que no simpatizaba especialmente con los sospechosos ideales ilustrados y liberales de los ingenieros de la época.
- De hecho, es poco conocido **el marcado carácter ilustrado y liberal que durante todo el siglo XIX tuvieron muchos de los ingenieros más destacados**. Quizá debido a la relevancia que los políticos liberales otorgaron al desarrollo de las obras públicas y a las infraestructuras en la vertebración de España como Estado moderno.
- Esa tradición evolucionó y se entroncó en el siglo XX con las grandes actuaciones tanto antes como después de la Guerra Civil **que configuran la mayor parte de las infraestructuras de la España moderna (viarias, ferroviarias, e hidráulicas)**
- Y así llegamos al desarrollismo y al importante papel de los ingenieros de caminos en la expansión de las infraestructuras y la creación de las primeras concesiones en los años 60 y 70, fundando empresas que han llegado a ser multinacionales de éxito.

Y hecho este pequeño viaje histórico, llegamos al presente

- A pesar de unos años de dura crisis **es un presente brillante**.
- Las empresas españolas de construcción e ingeniería son un referente mundial en el diseño, construcción y operación de grandes proyectos de infraestructuras
- Así lo confirman no solo las importantes adjudicaciones que han logrado en numerosas naciones, también las principales clasificaciones internacionales en la materia.
- En su prestigioso “ranking” anual, la publicación especializada Engineering News-Record situó en 2017 a **la industria española de infraestructuras en segunda posición, tras China, en facturación internacional, con cerca de 60.000 millones de dólares de ingresos**.
- Nuestras empresas adelantan así a grandes compañías de otros países como Estados Unidos o Francia. **No hay muchos sectores en los que podamos decir algo parecido de las empresas españolas**
- Gran parte del éxito viene de que, en la última década, las empresas españolas dedicadas al desarrollo de infraestructuras se han volcado en la **internacionalización**.

- En la competitividad internacional de las compañías españolas de infraestructuras **ha influido de forma especial la experiencia adquirida en proyectos desarrollados en nuestro país.**
- **La apuesta por la construcción de infraestructuras durante las últimas décadas de los distintos Gobiernos es un gran ejemplo del efecto tractor que la Administración puede tener para impulsar y dar proyección exterior a una industria... Ojalá pudiéramos tener ese mismo efecto tractor en otros sectores como el de las tecnologías digitales o el de la industria de Defensa.**
- El resultado final es que buena parte de las obras en infraestructuras más emblemáticas del mundo tienen sello 'made in Spain', lo que demuestra que, a día de hoy, **la ingeniería hecha en España triunfa y compete con éxito a nivel global.**

Hemos recordado el pasado y constatado el presente de esta profesión. Pero estamos viviendo una época de cambios, y toca pensar en el futuro

- **¿Cambiarán elementos básicos de cómo entendemos la Ingeniería en el futuro?**
¿Será importante la ingeniería en el futuro? Tan importante como siempre y quizás más importante que nunca
- En este punto hay que hablar de la Transformación Digital y del impacto que los cambios tecnológicos van a tener – también – en el entorno del Ingeniero, y cómo el sector de la ingeniería y la construcción – también- va a sufrir la disrupción tecnológica
- **No estoy solo en esta opinión.** Me acompañan una inmensa mayoría de los propios directivos de la industria encuestados al respecto
- Según el informe global sectorial anual de KPMG de 2017 un abrumador 93% de los directivos del sector de la Construcción creen que la tecnología y la innovación **modificarán significativamente sus negocios.**
- Sin embargo, **solamente un 5% considera que sus organizaciones están a la vanguardia en cuanto a madurez tecnológica, y menos de uno de cada diez utiliza sistemáticamente innovaciones del tipo plataformas digitales, análisis de datos avanzados, robótica o automatización de procesos.**

La transformación digital ha cambiado las reglas del juego

- Es evidente la magnitud **de los cambios disruptivos que el desarrollo de las nuevas tecnologías está causando en la sociedad:** en la forma de relacionarnos, aprender, e interaccionar social e incluso política y administrativamente.
- La transformación digital abre la oportunidad a innovaciones profundas de los modelos de negocio y sociales que trastocan el “orden establecido”, difuminan las fronteras nacionales o sectoriales, rebajan mucho las barreras de entrada y **crean nuevos modelos en red que desafían a las empresas y negocios tradicionales.**

- En este nuevo entorno, el progreso tecnológico y científico configura un nuevo medio social y empresarial en el que **la tecnología y la innovación ocupan un lugar central**
 - La **hiperconectividad de personas y objetos** permite desarrollar la capacidad digital, móvil y conectada, en contacto directo y continuo con el cliente.
 - La **capacidad exponencial de capturar y procesar información** hace posible aportar **inteligencia** y algoritmia a las interacciones y a los procesos.
 - Surge la **creciente combinación de tecnologías avanzadas**, que se potencian las unas a las otras, como la Inteligencia Artificial, la robótica, la impresión 3-D, la nanotecnología, o la biotecnología.
 - Por último, en un mundo donde el valor de la información es cada vez más estratégico, **la protección del dato y la seguridad de la información pasa a ser una prioridad en la agenda estratégica de países y compañías.**

¿Qué implicaciones está teniendo para las diferentes industrias y profesiones?

- El cambio tecnológico acelerado **obliga a todos los agentes sociales y económicos a replantearnos cómo debe ser nuestro posicionamiento ante el futuro y cómo tener éxito en la Era Digital.**
- Hemos visto actuar a la disrupción tecnológica en numerosos sectores: los medios de comunicación, la industria aérea, el “retail” o la banca.
- En todos los casos estas industrias están experimentando muy directamente cómo las nuevas tecnologías están creando formas enteramente nuevas de servir las necesidades existentes, crear necesidades nuevas y trastocar por completo las cadenas de valor.
- Diría que **la tecnología, junto con muchas cosas buenas, está generando disrupción y fuertes asimetrías:**
 - Venimos de un mundo empresarial reglado y jerarquizado dominado por las grandes empresas líderes en su sector (Bancos, Oil&Gas, Construcción o Consumo)....
 - ...en el que aplicaban las reglas “clásicas” de la competencia y de la creación de valor...
 - ... la información se concentra en pocas manos y se distribuye de forma controlada....
 - Y las capacidades y habilitaciones profesionales están bien estructuradas y formalizadas a través de Universidades y protegidas por los Colegios profesionales
- **Este mundo “analógico” se está desvaneciendo ante nosotros a ojos vista:**

- Las grandes empresas tradicionales se ven amenazadas (y sustituidas) por los grandes gigantes digitales por un lado y un ecosistema de miles de “start ups” sin costes “legacy”....
 - ... el entorno empresarial y laboral **se “jibariza”, se flexibiliza y se vuelve mucho más líquido**....
 - ... gracias a que clientes y empleados disponen de información completa, instantánea y distribuida....
 -y se difuminan las fronteras entre las profesiones a la vez que aparecen capacidades nuevas “no regladas” que nadie puede formalizar como en una profesión “tradicional” (¿cuál es el Colegio de los “Data Scientist”? ¿o quién valida y certifica el rol de experto en “User Experience”?).
- **¿Cómo impactan todos estos cambios en una profesión milenaria como la del Ingeniero? ¿Cómo van impactar en un sector tan establecido y centenario como el de la Construcción o el de la Ingeniería?**
 - En cualquier caso, el reto merece la pena y os invito a reflexionar sobre ello, porque en ello le va el futuro a la industria.
 - **Creo que los retos principales los podemos estructurar en tres grandes preguntas:**
 1. **¿Pueden las tecnologías y soluciones digitales transformar disruptivamente la cadena de valor tradicional de la Ingeniería Civil tal como están haciendo en otros sectores?**
 2. **¿Deberíamos repensar y revisar la formación y los conocimientos de los ingenieros civiles para ser capaces de responder a esos retos tecnológicos?**
 3. **Por último, y especialmente importante para el futuro, ¿cómo conseguir que esta profesión (y por extensión el conjunto de la formación STEM) sea atractiva y elegida por los jóvenes “millenials” que están decidiendo hoy qué carrera seguir?**

Empiezo por el primer reto: la transformación digital de la Construcción y la Ingeniería Civil

- El sector industrial en general, no sólo la construcción, ha avanzado tradicionalmente en una “segunda velocidad” frente a otros sectores- como la banca o el transporte- en términos de servicios y soluciones tecnológicas. **Avanzaba pero no solía ser pionero. Hasta ahora.**
- **Las nuevas tecnologías están creando un enorme potencial para generar cambios disruptivos en toda la cadena de valor de las Infraestructuras, en un**

sentido amplio, desde la fase de Ingeniería y Proyecto, pasando por la de Oferta hasta la Construcción y Operación.

- **Pensemos ejemplos concretos de cómo pueden mejorar estas capacidades digitales la cadena de valor de la construcción:**
- En la fase de proyecto está todavía por desarrollar el pleno potencial del **Diseño BIM**, nueva filosofía colaborativa que integra el diseño, construcción y ciclo de vida completo de la infraestructura o edificio, que está transformando completamente las tareas tradicionales de un proyecto de ingeniería.
- Adicionalmente, en el diseño, cálculo y planificación las herramientas digitales pueden ayudar a tener datos más precisos sobre la ejecución de obras anteriores, reduciendo las desviaciones. En el futuro **algoritmos con uso intensivo de inteligencia artificial podrán dar respuestas basadas en Big Data** para el diseño de una autopista o la elaboración del Plan de Negocio de una concesión.
- En ejecución, se puede mejorar enormemente la gestión de riesgos o el control de calidad con la extensión de las capacidades actuales de **sensorización, procesamiento de imágenes o algoritmia predictiva**.
- Recursos como la imagen satelital o el uso de drones permitirán cada vez de forma más sofisticada el capturar y disponibilizar la información sobre la ejecución de los trabajos o la evolución de la obra.
- Y podemos anticipar que el **“Internet of Things”** **modificará para siempre el entorno de una obra** gracias a la interacción en tiempo real de **plataformas de gestión de activos (con equipos y maquinaria autónoma inteligente) con la plataforma de gestión de los operarios**, mediante herramientas de “mobile workforce management” (con “wearables” específicos o integrados con los EPIs).
- Todo ello estará integrado en tiempo real con los sistemas de control y planificación de obra y con los sistemas de las empresas subcontratistas en un **ecosistema virtual de ejecución que irá perfeccionando su eficiencia al ritmo de la inteligencia artificial**
- En lo relativo a la operación y el mantenimiento es donde **ya estamos viendo en casos de uso reales la capacidad transformadora de la tecnología, mejorando la experiencia del usuario o con la mejora del mantenimiento predictivo**.
- Adicionalmente, las **soluciones de eficiencia energética** permitirán, a través de la monitorización en tiempo real de los consumos energéticos y la generación de reglas analíticas avanzadas, **la reducción drástica del consumo energético de las obras y de su explotación**.
- Y, por último, la **ciberseguridad** será crítica para asegurar la protección de los sistemas y de la información que residirá en este entorno físico y virtual, tal como ya hemos hablado.
- Esta Revolución supone indudablemente un reto estructural para todos los sectores implicados, con importantes implicaciones en toda la cadena de valor, y con evidentes dificultades de implantación.

- **Es toda una cultura del trabajo la que debe cambiar.**
- No cabe ignorar los efectos transformadores a medio plazo de la tecnología. ¿Alguien previó hace 10 años dónde podríamos estar hoy en términos de digitalización, conectividad, economía colaborativa, **inteligencia artificial, o coche autónomo?**

Sigamos por el segundo reto: ¿cómo afectan todos estos cambios a la profesión de Ingeniero Civil? ¿Es necesaria una revisión de la profesión?

- En la propia audiencia hay muchas personas mucho más conocedoras que yo de cómo se forma y se desarrolla el trabajo de un ingeniero. **Sería un atrevimiento por mi parte pronunciarme muy taxativamente al respecto.**
- Pero creo que fácilmente estaremos de acuerdo en algunos puntos obvios, recuperando algunas de mis reflexiones iniciales.
- El ingeniero nace para dar respuesta a una necesidad social. Una necesidad de transporte, de abastecimiento de aguas o de salvar algún obstáculo natural. Ésa es su razón de ser.
- Para ese fin último, el ingeniero **siempre ha usado las herramientas que la ciencia y la tecnología ha puesto a su disposición en cada momento histórico.** Siempre ha sido una profesión práctica y dinámica. Recordemos el espíritu ilustrado y abierto de los primeros ingenieros modernos.
 - Si no fuera así, no se habrían incorporado las sucesivas revoluciones tecnológicas que, en su momento, parecieron disruptivas, como las estructuras metálicas, el hormigón armado, los firmes asfálticos, o incluso, no hace tanto, **los propios ordenadores para el diseño, cálculo y elaboración de proyectos.**
- Cada una de estas técnicas tuvo que vencer la resistencia al cambio, y cada una de estas técnicas modificó el concepto de lo que un buen ingeniero “debe aprender y saber utilizar”.
- Por tanto, creo que cuando la sociedad en su conjunto se transforma, cuando cambian los hábitos, la forma de relacionarse o de aprender, cuando todas las facetas del trabajo y del conocimiento están en revisión, **el mejor servicio que podemos prestar a una profesión centenaria como ésta es revisar y renovar sus capacidades para que siga siendo útil a la sociedad**

Y por último el tercer reto: ¿cómo conseguir captar a los mejores para esta aventura de la ingeniería? ¿Por qué las carreras técnicas han perdido parte de su atractivo?

- **En este aspecto del talento científico y técnico vivimos una gran paradoja**
- La demanda de titulados en ingeniería, junto con ciencias, tecnología y matemáticas (las denominadas carreras STEM, por sus denominaciones en inglés: “Science,

Technology, Engineering y Mathematics”), coparán el mercado laboral en los próximos años, según coinciden diversos estudios internacionales.

- A tenor de las previsiones, en Europa la necesidad de titulados de estas materias crecerá el 13% hasta 2025, como revela un informe encargado por la Comisión.
- Crece la demanda, pero el número de matriculaciones en las carreras denominadas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) **se ha reducido en los últimos años**. (Por supuesto hablo de cifras globales- españolas y europeas- y no específicamente de la UPV).
- En España, de los más de 1.300.000 matriculados en la universidad en el curso 2015-2016, según los últimos datos publicados del Ministerio de Educación, 250.000 lo hicieron en ingenierías y arquitectura.
- Si se echa la vista atrás y se compara el dato con el de hace una década, **se observa que esta rama universitaria se ha dejado por el camino más del 30% de sus alumnos**.
- **No es un fenómeno únicamente español**. Según la Comisión Europea, el 40% de las empresas tecnológicas de la UE no encuentran los profesionales STEM que necesitan.
- Entonces ¿qué ha cambiado en estos últimos 10 años?
- En mi opinión han cambiado -están cambiando- los valores y las prioridades de las nuevas generaciones. **Es un asunto más entendible desde la Sociología que desde otras ópticas**
- Un joven hoy puede aspirar a un mercado global de oportunidades a su disposición. Hay más pluralidad de estudios, carreras y posibilidades que nunca.
- Y hay nuevos elementos **—en su mayor parte intangibles y culturales—** que condicionan sus elecciones vitales.
- Se valora cada vez menos la estabilidad, la seguridad, o las carreras profesionales a largo plazo. Intuyen que cambiarán muchas veces de empresa, incluso de profesión o de país.
- Por tanto, la inversión en esfuerzo y sacrificio en el presente tiene un retorno más incierto, especialmente si se tiende a igualar las condiciones y salarios entre carreras y profesiones y no se percibe un especial plus social en la ingeniería
- Este futuro profesional valora mucho cómo va a ser **su proyecto de vida en su conjunto**, quién va a ser su jefe y sus compañeros, ...
- ... y, cada vez es más importante para él o ella la **reputación del sector y la cultura de las empresas en las que va a trabajar**.
- Contra este marco, que nos viene dado, es contra el que hay que contrastar la propuesta de valor de la Ingeniería y el atractivo de las empresas que contratan Ingenieros.

- Para esta nueva generación, **¿podemos afirmar honradamente que es igual de atractiva la profesión de Ingeniero de lo que era hace 10 o 20 años?**
- **No se puede generalizar y cada uno de ustedes tendrá una respuesta.**
- En mi opinión, claramente el modelo de reclutamiento de las escuelas de ingeniería **debe perfeccionarse y adaptarse** a estos nuevos esquemas de valores y marco social en el que nos tenemos todos que desenvolver.
- En las empresas ya percibimos también con claridad que **los jóvenes profesionales de hoy no buscan ni valoran lo mismo que nosotros o que sus padres.** Han cambiado más rápidamente de lo que las empresas, universidades y colegios profesionales somos capaces de transformarnos.
- ... y **nos lo están diciendo con los números:** con el descenso de vocaciones STEM, con las cifras de rotación no deseada en las empresas, con la creciente dificultad para cubrir las vacantes de ingenieros.
- Los trabajadores más jóvenes se sienten limitados por las normas, por lo que el enfoque tradicional de la ingeniería y la construcción basado en normativa, controles técnicos y métodos rígidos no es demasiado atractivo para esta generación.
- Según el citado informe de KMPG, **hoy en día los “millennials” (nacidos entre 1980 y 1994) suponen el 37% de la fuerza laboral de la industria de la ingeniería y la construcción.** Pronto serán una mayoría. **¿Podemos pensar realmente que eso no cambiará nuestras empresas para siempre?**
- Y ¿cómo compatibilizar esto con el orden, rigor y procedimiento que toda empresa de ingeniería requiere?
- Por desgracia, no tengo la respuesta. Pero no me cabe duda de que **nos tendremos que transformar también en las empresas y adaptar nuestra organización del trabajo a las características de las nuevas generaciones.**

Y, por último, en el fondo tenemos una gran oportunidad

- Espero a estas alturas que compartan conmigo que nos encontramos ante el reto de **redefinir y renovar la profesión** para que tenga tanto éxito en el futuro como lo ha tenido en el pasado.
- Pero, como seguramente aprecian, el debate y la discusión va mucho más allá de la Ingeniería Civil, e incluso de la Ingeniería en su conjunto.
- **La tecnología ha traído una época de grandes cambios. Y eso es una gran oportunidad para nuestra economía.**
- La irrupción de la transformación digital ha redefinido completamente las bases competitivas de muchos negocios, brindando a España y a sus profesionales una oportunidad inmejorable para tomar un papel protagonista en el sector a nivel global.

- **Tenemos muchos de los elementos que hacen falta para triunfar en la era digital:** buenas universidades, profesionales preparados con talento, conocimiento, capacidad de innovar, buenas infraestructuras tecnológicas, etc. Y la disrupción tecnológica iguala las posiciones de partida y la influencia del “legacy”.
- Es una oportunidad que no podemos dejar pasar, y en función de cómo la aprovechemos, se **decidirá si nuestras empresas y profesionales liderarán esos negocios en las próximas décadas.**
- Para que nuestro país, sus empresas y sus profesionales tengan éxito, debemos apostar con firmeza por la Educación, la Innovación y el Talento, y por la creación de nuevas ideas y proyectos digitales.
- En este contexto y en cualquier caso **la inacción no es una opción. Y el liderazgo es una necesidad.**
- Hay que **acelerar nuestra capacidad de transformación** en dimensiones muy profundas no sólo tecnológicas o industriales, sino también sociales, educativas, científicas, económicas.
- Todo ello requiere **una visión clara y compartida, ambición, coraje y decisiones de país con apuestas a largo plazo**
- Si somos activos y líderes en esta transformación digital, se abre para España la posibilidad de acceder a un nuevo ciclo de desarrollo y prosperidad, y también de progreso tecnológico.
- Y, para mí de forma obvia, **los ingenieros pueden, no sólo participar, sino tener un papel protagonista en este proceso. Cómo lo han tenido en otras revoluciones en el pasado gracias a su capacidad de transformación, rigor intelectual y espíritu abierto a la innovación.** Espíritu que mostraron desde su inicio como profesión moderna.
- **La sociedad necesita a los ingenieros en estos tiempos convulsos y fracturados....**
- **....porque en España atreverse a desafiar lo establecido , Tender Puentes, Abrir nuevos Caminos y Construir, pensando en el futuro nos es más necesario que nunca.**

Muchas gracias,

Fernando Abril-Martorell

Valencia, 8 de Noviembre de 2018