

La ingeniería del futuro

D. José Antonio Garrido Martínez
Académico de la Real Academia de Ingeniería
de España

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/7391>

Como ingeniero me siento personalmente involucrado, como sin duda se sienten muchos otros compañeros ingenieros, profesores y empresarios, en la responsabilidad de reflexionar sobre el papel específico del ingeniero en las próximas décadas, en un mundo de cambio tecnológico acelerado.

Porque es precisamente esta visión de futuro la que hizo posible hace ya mucho tiempo que el papel de los ingenieros en nuestro país y en el mundo fuese determinante en los avances que ha hecho la humanidad en los últimos 100 años. Bueno sería recordar la frase del Presidente **Clinton** en su toma de posesión: *“Nuestra administración llega al poder en el firme convencimiento de que la tecnología es el motor del crecimiento económico y de la creación de empleo. La mitad de nuestro crecimiento de las últimas décadas proviene de inversiones en investigación y tecnología.”*

La ingeniería se define hoy como una actividad sin fronteras y lo será aún más en el futuro. El conocimiento, inherentemente móvil, es la materia prima del nuevo sistema. No se ve un orden simple en el panorama internacional y debemos ser cautelosos ante conjeturas sobre el futuro. Lo que conocemos es el presente y se nos hace muy difícil ponernos de acuerdo sobre lo que es.

La globalización es el factor económico y político dominante en el mundo actual. Manejar de forma eficiente la complejidad, que esta globalización exige, constituye quizás el desafío crucial de nuestro tiempo. Por ello conlleva cambios profundos en diferentes frentes y muy especialmente en el mundo de la tecnología y en el de la educación, que afectarán a los futuros ingenieros.

Si la política se ha definido como el arte de lo posible, y la ciencia se podría definir como el arte de lo resoluble, la ingeniería, en palabras pronunciadas hace muchos años por el gran ingeniero y empresario vasco, **Manuel Sen-**

dagorta, es el *“arte de lo practicable, optimizando el triángulo plazo, precio y calidad”*. De hecho hoy es muy común calificar, de forma genérica, como logros científicos muchos productos que son claramente tecnológicos, realizaciones prácticas efectuadas muchas de ellas por ingenieros.

Hace algún tiempo, *The Economist* realizó una encuesta entre sus lectores para elegir las siete maravillas del mundo actual, como aquellas que asombrarían a cualquier persona de cualquier otro siglo que las viera y pudiera comprenderlas. El resultado fueron todos logros científico-tecnológicos: Avión Jumbo, Microprocesador, Píldora anti-conceptiva, Anillo Petrolero del Mar del Norte, Red Telefónica Mundial, Bomba de Hidrógeno y Base Tranquilidad (lugar del primer alunizaje).

Lo anterior es una prueba de la importancia de la Ciencia y la Tecnología en nuestra sociedad. Sin embargo no debemos dar por sentado que el avance continuará, ni en el mundo en general, ni en nuestro país en particular. Es necesario un gran consenso del que derivará un apoyo social al progreso.

En el fondo lo que se pone de manifiesto es que Ciencia y Tecnología conviven interconectadas, y lo estarán en el futuro, porque la ingeniería utiliza al ciencia y la ciencia no puede avanzar sin logros tecnológicos.

Entiendo la ingeniería como un juego intrincado y delicado para poder aplicar los conocimientos científicos al perfeccionamiento y utilización del saber técnico en todas sus formas. La ingeniería utiliza la ciencia pero es diferente en su naturaleza y en sus objetivos. La ingeniería es una profesión científica pero el examen del ingeniero está en la calle, en el mercado, no en el laboratorio.

La ingeniería es una conexión, un puente entre la ciencia y la sociedad a la que sirve. Se dirige a construir, transformar o resolver problemas. Es este saber hacer, precisamente, lo que tanto en los pequeños proyectos, como en las grandes obras, eléctricas, siderúrgicas, navales, etc. ha otorgado un lugar de honor a la ingeniería en el desarrollo español, sobre todo en la segunda mitad del si-

glo pasado y esperemos también que en todo este siglo.

Las tradicionales y fecundas habilidades y actitudes del ingeniero combinadas con los avances científicos, abren un inmenso campo a la ingeniería. Casi todo es ingeniería y no voy a referirme a los tristes ejemplos de la mal llamada *“ingeniería financiera”*. Hoy la ingeniería genética, la bioingeniería, la ingeniería celular, la ingeniería atómica, la ingeniería de materiales, ... abren nuevas e inmensas posibilidades.

Estamos en una nueva era de maravillas. Sí; pero de maravillas, no de milagros. Porque la ingeniería no solo estará enfocada a resolver problemas. Cada vez se enfatizará más en el propio análisis y formulación del problema contando directamente con la colaboración de amplios grupos sociales. La subdivisión de campos será cada vez menos clara, ya que la creciente complejidad del mundo actual hace cada vez más necesarios conocimientos diversos a la hora de resolver o, incluso, formular los problemas.

Estoy convencido de que la ingeniería tradicional, eléctrica, mecánica, química, ... seguirá ocupando un lugar importante en el futuro. Las inmensas posibilidades que se nos abren no deben hacernos olvidar lo imprescindible de la ingeniería tradicional, que no es otra cosa que hacer bien lo difícil, pero también lo fácil, con un esfuerzo creativo constante de atención al detalle, para convertir lo habitual en calidad permanente.

Por ello, la educación del ingeniero del futuro estará cada vez más condicionada por la necesidad de una reeducación permanente y adecuación constante de los niveles de calidad. Encontramos ahí nuevos desafíos al sistema educativo. No es cuestión de enseñar más cosas, quizás haya que enseñar menos, pero mejor o de forma diferente. Tenemos que buscar ese núcleo básico que facilite la flexible y ágil adaptación futura para no cargar a nuestros alumnos con un exceso de información, por importante y urgente que parezca, o incluso lo sea, en un momento concreto. Se trataría, en definitiva, de formar más que de informar.

Dos tipos de capacidades se requerirán por nuestro desarrollo económico en un mundo global profundamente interdependiente y de acelerado cambio tecnológico. Por un lado, capacidad operacional: ser capaz de responder a las necesidades de hoy con los conocimientos de hoy; por otro, capacidad estratégica: ser capaces de estar preparados para responder a las necesidades y problemas del mañana.

Hoy ofrece escasas dudas pensar que los trabajos rutinarios que no requieren talento creativo desaparecerán cada vez más en los países desarrollados. La capacidad de innovar y del trabajo creativo siempre han acompañado a nuestros ingenieros. Es posible que en el futuro, ya en el presente, las nuevas tecnologías realicen el trabajo repetitivo de cientos de personas, pero nunca podrán reemplazar la creatividad e innovación de una persona singular.

Para afrontar su desarrollo estratégico todas las instituciones, pero sobre todo las empresas, van a necesitar algo más que habilidades técnicas. Los ingenieros forman parte de un sistema más general y su futuro en gran medida dependerá de encontrar su sitio en un contexto más amplio que la propia ingeniería y que la propia técnica.

Por ello debemos participar activamente para influir en decisiones tanto en las políticas de estado como en las políticas de las grandes corporaciones. No olvidemos que el vacío es llenado rápidamente por quienes, a veces, no tienen la misma perspectiva e incluso la misma capacidad para contribuir al bienestar general. Ya **Ortega y Gasset** en su *“Meditación de la técnica”* nos decía que para ser ingeniero hay que saber otear lo que quiere la sociedad.

La ingeniería tiene un lugar muy importante en este mundo moderno, complejo e interdependiente. Nuestros ingenieros deberán ser personas flexibles, capaces de pensar críticamente con la agilidad suficiente para afrontar el impredecible futuro y ser capaces de buscar oportunidades que emerjan en sectores empresariales no tradicionales.

Personalmente, estoy convencido de que el ingeniero está especialmente preparado para afrontar la complejidad. Su labor tiene que conjugar muchas demandas, a veces contradictorias, tanto de índole técnica, como comercial, financiera, humana... El ingeniero cuen-

ta con una formación científico-técnica, pero tiene que saber además de personas, de la forma en la que se organizan y trabajan eficientemente en equipo, de cómo funciona una empresa y de cómo los nuevos productos son concebidos, desarrollados, producidos y colocados en el mercado.

Esperamos de los nuevos ingenieros que sean capaces de promover un cambio de tendencia, para pasar del paradigma *“seguridad-uniformidad”*, anclado ya en el pasado, al nuevo paradigma *“responsabilidad-riesgo”*, algo necesario para lograr un futuro estable que conjugue desarrollo económico, con niveles generalizados de bienestar y cohesión social. Capaces de crear riqueza, no solo para remunerar al capital, sino para incidir positivamente en su entorno y mejorar la calidad de vida de las personas y de potenciar la igualdad de oportunidades. Por eso, creo sinceramente que los ingenieros constituyen una fuente natural de dirigentes tanto para el sector público como para el privado.

Hasta aquí he expuesto algunas de mis ideas pero como apunté al principio mis preocupaciones son muchas. La primera y más importante es que todavía no asumimos la complejidad (obviamente para un ingeniero complejidad significa análisis de muchas variables) y seguimos sumidos en una confusión que se manifiesta en la ausencia de una cultura positiva respecto al medio y largo plazo; a esto se ha añadido en los últimos años la definición de estrategias en base a planteamientos de todo o nada y, en el mejor de los casos, se sigue la senda de un continuismo fatalista que caracteriza a las instituciones mediocres.

En este confuso y tóxico sistema la meritocracia brilla por su ausencia. Hoy es muy normal escuchar la frase *“No importa que no sepa, ya se rodeará de gente que sepa, de gente excelente”*, esta simplificación ha llevado a tomar decisiones importantes a la hora de elegir dirigentes, tanto de instituciones públicas como privadas, que producen en muchas ocasiones la tristeza y el pesimismo de quienes conocedores de la importancia de esas decisiones ven en ellas la ignorancia de quien las toma y muchas veces hasta la estafa, cuando menos intelectual.

Como ingeniero he ejercido mi profesión desde 1965 y desde mi expe-

riencia, otra de mis preocupaciones es el constante deterioro que sufre la profesión, o mejor dicho los profesionales en nuestro país. Los *“nuevos profesionales”* se autodefinen como gestores, ¿gestor es una nueva carrera universitaria?, escuchamos frases como *“la tecnología es una commodity”*. Se hacen planes estratégicos sin reflexiones estratégicas, y lo que es peor, a 2 ó 3 años.

Nueva economía versus vieja economía, joven bueno, viejo malo, despreciando y, por lo tanto, no buscando a los referentes. Referente para mí es la persona que con su saber y experiencia, puestas al servicio de los más jóvenes consigue reducir de forma importante los periodos de formación de aquellos. Cuando pregunto en las instituciones a los jóvenes bien formados, sobre quienes son sus referentes les resulta muy difícil decirme alguno. Seguro que los hay pero ese cortoplacismo en el que están metidos les impide fijarse en ellos.

Necesitamos reformas estructurales, es la frase de moda, cuando lo que necesitamos es promover cambio radical de tendencia que pase de *“apoyar intereses espurios”*, que son la causa de nuestra debilidad económico-industrial, a apoyar personas y grupos de gran competencia técnico-ética que estén dispuestas a responsabilizarse en proyectos a medio y largo plazo para regenerar el tejido económico-industrial de nuestros países.

En este estancamiento, que dura ya muchos años y que ha pasado por diferentes etapas en lo referente a definir la misión de la empresa, se empezó por decir que la misión de la empresa es ganar dinero; posteriormente, y sin ningún cambio sustancial, se aplicó nuevamente la simplicidad al definir la misión como la de crear valor para el accionista, y por fin, en los últimos años se ha empleado la frase mágica *“responsabilidad social corporativa”*.

Todo esto lo hemos vivido sin que nadie se rasgase las vestiduras y sin hacer ningún análisis complejo (¡siempre la complejidad!) ya que quienes manejaban esas frases no les interesaba definir la misión verdadera de la empresa cual es crear riqueza para: financiar el futuro y remunerar adecuadamente al capital, que los empleados tengan la mejor calidad de vida, que los clientes reciban el mejor producto en calidad y precio, que los suministradores pue-

dan ofertar en igualdad de condiciones y para que la sociedad, en general, se beneficie de la actividad de la empresa. Esta misión debe ser la base para poder definir la Nueva Corporación que ha de generar el nuevo capitalismo.

No puedo terminar esta breve enumeración de preocupaciones sin citar la Educación. Asistimos a la paradoja de que si bien nadie duda de la importancia de la tecnología, solamente un pequeño porcentaje tiene algún conocimiento de la misma. Una de las causas en mi opinión radica en el sistema educativo. Tengo la impresión, y desearía fuertemente que fuese errónea, que los profesores de bachillerato no consiguen transmitir a los alumnos la armonía de las matemática, física, ingeniería, química o biología. Tampoco conozco intentos serios de transmitir a los alumnos la belleza y el desafío de muchos desarrollos tecnológicos. El avance, el desarrollo y el desafío de la tecnología están habitualmente ausentes de los cursos. Cuántas veces he pensado, y permítanme que les cite un ejemplo de mi propia actividad profesional que todos los bachilleres de España deberían realizar una visita didáctica a las presas del Duero. Con las explicaciones adecuadas, las presas de Ricobayo, Aldeadávila, Villarino, etc. podrían ser modelos que transmitiesen todo lo que

está detrás de una gran obra tecnológica: ciencia, tecnología, gestión de recursos, liderazgo, trabajo en equipo, el desafío de lo casi imposible pero posible al final. Creo que las empresas podrían aportar muchas cosas positivas.

El Presidente Obama en 2004, cuando era senador, escribió un libro titulado "La audacia de la esperanza" y en su prólogo decía "*Deseo que mi país tenga menos abogados y más ingenieros*".

Reflexionando sobre el papel del ingeniero en la sociedad y viendo algunas de las aptitudes y actitudes que nuestros futuros ingenieros necesitarán y a las que me he referido anteriormente, una preocupación me asaltaba ¿No les estamos pidiendo demasiado? Les estamos pidiendo estar capacitados para trabajar con la compleja e interdependiente economía actual, poseer calidad profesional en su trabajo, mantener una visión general del conjunto y de su entorno, coordinar equipos, comunicarse en varios idiomas, ser capaces de influenciar en la política de las grandes corporaciones y de la sociedad en general, etc.

¿Una utopía? ¿Por qué no? Mi experiencia nace de la creencia de que las nuevas generaciones de ingenieros están formadas con muchas de las características anteriormente expresadas. Puede que sea excesiva, pero es lo que piden los nuevos desafíos.

Sin embargo esta exigencia de responsabilidad que les pedimos debe paralelamente llevar una exigencia de responsabilidad hacia nosotros mismos. Tenemos la obligación de contribuir de forma decisiva a su empleabilidad. No podemos frustrar a generaciones a las que, por otro lado, tanto les demandamos. Por eso, la primera obligación de los dirigentes tiene que ser contribuir a crear las condiciones que permitan desarrollar esa potencialidad imprescindible para responder a la globalización actual, creando riqueza desde una preocupación solidaria por aumentar la cohesión social.

En esencia la globalización define un contexto y un concepto de mundo. Y sin lugar a dudas en este nuevo contexto la principal barrera no es ni la distancia, ni las distintas regulaciones, sino la cultura y los valores. Por eso se habla de una economía global constituida por mercados culturales. Estos nuevos espacios culturales van a sustituir a los mercados protegidos y regulados por la nación-estado de la era industrial. Y es en medio de estos nuevos espacios culturales donde los países del Mediterráneo deben y pueden ubicarse.

Necesitamos proyectos que adecúen nuestras virtudes tradicionales, trabajo bien hecho, esfuerzo cotidiano, asunción de riesgo, etc., a las realidades actuales. Hemos de recuperar la preocupación por lo trascendente, por la convivencia, por la solidaridad y por la observancia de las normas éticas más elementales.

Los nuevos proyectos deben crear ilusión, generar expectativas, prometer y facilitar información y, sobre todo, poner a su frente líderes con credibilidad profesional y humana. Estos proyectos deben basarse en compartir una visión (largo plazo), unos valores esenciales y unos principios de actuación en los diferentes entornos sociales. Lo demás es un insulto a la inteligencia.

