



# LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

Antoni Elias Fusté  
Catedrático de la UPC



Charles Darwin, en su libro “El origen de las Especies”, sentenció: No es el animal más fuerte, ni el más inteligente, el que sobrevive, sino aquel que es capaz de adaptarse a los cambios del entorno. Propiciado por nuestras técnicas y tecnologías, las TIC, el entorno socioeconómico actual está en un proceso de cambio continuamente acelerado. Ante esta circunstancia ineludible, la formación de los futuros ingenieros requiere una flexibilidad y una dinámica que no se puede conseguir con la extrema rigidez del sistema universitario configurado con el llamado Plan Bolonia: la minimización de asignaturas optativas, los farragosos y lentos sistemas de verificación y homologación (que por otra parte no han servido para evitar, por ejemplo, los fraudes de la URJC), no permiten, en absoluto, que las enseñanzas innoven y se adapten al cambio acelerado de nuestro entorno. Las enseñanzas técnicas y tecnológicas requieren una conceptualización, una redefinición, y una estructuración más acorde con la dinámica del actual entorno socioeconómico. Si no nos ponemos, ya, manos a la obra, en menos de un lustro las escuelas de ingeniería no serán más que unos parques temáticos vintage.

Nos encontramos en plena Sociedad de la Información, este nuevo modelo socioeconómico que está periclitando a la sociedad industrial y a la post industrial, que se inició en 1995 con dos eventos del mundo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), éstos fueron: la apertura comercial de Internet, la telaraña que envuelve al mundo se puso a disposición de todos, y la puesta en marcha del primer sistema de telefonía móvil digital GSM.

Desde entonces todo ha cambiado, fijémonos sólo en unos datos cuantitativos: Según un estudio de la revista Science<sup>1</sup> la humanidad creó desde sus orígenes hasta el año 2003, **5 Exabytes** de información. En 2014 esa misma cantidad de información (5 exabytes) se creó en **6 meses**, la extrapolación nos permite aventurar que en 2016 esa misma

<sup>1</sup> <http://science.sciencemag.org/content/332/6025/60/tab-pdf>

cantidad de información se generó cada 24 horas, es decir en 2016 cada hora se generaban unos 400 petabytes de información. Si tenemos en cuenta que la edad estimada del universo es de unos 13.800 millones de años, o lo que es lo mismo 432 petasegundos, podemos decir que ya en el año 2016 cada hora generábamos una cantidad de información del mismo orden de magnitud que la edad estimada del universo en segundos.

## Formación y Universidad

### LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

Ante este nuevo entorno debemos considerar que nada puede continuar, o ser igual, en esta segunda década del siglo XXI, que a finales del siglo XX, y evidentemente todo está evolucionando a un ritmo muy acelerado, no obstante, parece que en la Universidad española, especialmente en la formación de los ingenieros, y salvo algunas excepciones, seguimos intentando transmitir el conocimiento de la misma manera que se hacía en la edad media, y con unas titulaciones y planes de estudios pensados para una sociedad industrial que hace más de 20 años que ya no existe ni siquiera en su forma más moderna, la sociedad post-industrial.

Con la incorporación de España al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), más conocido como Plan Bolonia (año 2007), se perdió una gran oportunidad para redefinir las ingenierías de acuerdo con las necesidades del nuevo modelo socioeconómico en el que estamos inmersos. Se mantuvieron las titulaciones de la sociedad industrial y se reajustaron los planes de estudios de acuerdo con el EEES pero, todo ello respetando los intereses del profesorado, de los grupos departamentales universitarios, y de las asociaciones y colegios profesionales, todos ellos actuando desde su óptica egoísta anteponiendo los privilegios a los objetivos educativos, unos, e intentando obtener por ley lo que no se había conseguido en las aulas, otros. Resultado una oferta de titulaciones obsoleta y además difícil de encajar con el resto de países europeos con carreras académicas de 3 + 2 cursos, mientras que aquí se materializó el 4 + 1.

La singular estructuración temporal de los planes de estudio españoles, junto con la rigidez que imponen los sistemas de evaluación de la calidad, la desaparición de las asignaturas de libre elección y la fortísima disminu-

ción de los créditos para asignaturas optativas, han convertido los estudios de ingeniería en una carrera de obstáculos más parecida a las ingenierías de los años 60 y 70 y sin los alicientes de superación y progreso social de aquellas décadas.

Según la agencia de acreditación de centros de formación de ingenierías ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), en su documento "Criteria for Accrediting Engineering Programs 2017", indica que las habilidades recomendadas para los titulados en ingeniería deben ser:

- a) Capacidad de aplicar su conocimiento en matemáticas, ciencia e ingeniería.
- b) La capacidad de diseñar y realizar experimentos, así como de analizar e interpretar los resultados
- c) La capacidad de diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer las necesidades deseadas dentro de restricciones realistas tales como económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, manufacturabilidad y sostenibilidad
- d) Capacidad para funcionar en equipos multidisciplinares
- e) Capacidad para identificar, formular y solucionar problemas de ingeniería
- f) Comprensión de la responsabilidad profesional y ética
- g) Habilidad para comunicarse efectivamente
- h) Una amplia educación necesaria para comprender el impacto de las soluciones de ingeniería en un contexto global y social

#### ANTONIO COBAS 1952-2004

Fue el inventor del chasis de doble viga para las motocicletas de competición, innovación que llevó a Sito Pons a ganar en 1984 el gran premio de España y ser bicampeón mundial de 250 cc. en 1988 y 1989, este chasis también se incorporaba a la motocicleta diseñada por Antonio Cobas, una JJ Cobas, con la que Alex Crivillé fue campeón del mundo en 125 cc. en 1989.

Además, fue pionero en el uso de la telemetría en las motocicletas de competición y fue jefe de ingeniería del equipo Camel-Honda, hasta su muerte en 2004.

En los 80 y 90, fue un referente mundial de la ingeniería mecánica y del diseño de motocicletas y bicicletas.

No consiguió el título de ingeniero industrial porque suspendía repetidamente la mecánica de segundo en la escuela de ingeniería industrial de Terrassa (UPC).

- i) Un reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en un aprendizaje permanente
- j) Un conocimiento de los problemas contemporáneos
- k) La capacidad de utilizar las técnicas, habilidades y herramientas de ingeniería modernas necesarias para la práctica de la ingeniería

Parece acertado y sensato, que estas 11 habilidades configuran a su poseedor como un buen profesional de la ingeniería, por tanto los planes de estudio de las ingenierías deberían

**“LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN COMO OPORTUNIDAD DE EMPRENDIMIENTO”.**  
**Informe fundación Everis y del Colegio Nacional de Ingenieros ICAI. Observatorio de Emprendimiento Tecnológico everis-Odiceo (OETEO). 2017**

Se observa que no existe una relación directa entre las titulaciones y las áreas de emprendimiento.

La economía demanda emprendimiento innovador en ciertos campos, siempre con el foco adecuado, pero el sistema educativo debe hacer un esfuerzo para satisfacer dicha demanda.

El profesional del futuro debe tener un perfil multidisciplinar en constante reciclaje para adaptarse a un mercado cambiante.

Los retos de negocio y tecnológicos actuales requieren de perfiles híbridos, lo cual supone una gran oportunidad para el conjunto del sistema educativo y, especialmente, el universitario.

contemplarlas, sin embargo, un simple vistazo a los diferentes programas de grado y máster de ingeniería, nos permite aventurar que las habilidades recomendadas por ABET de la “a” a la “h”, ambas inclusive y la “k”, están contempladas y se procuran en todos los programas, sin embargo, las habilidades “f”, “g”, “h”, “i”, y “j”, en la mayoría de los casos, son meras declaraciones que no aparecen más allá de las guías docentes.

Dado que, afortunadamente, el tiempo de formación reglada está acotado y que, el conocimiento humano mantiene un crecimiento sostenido, las 11 habilidades del ABET y otras

que en cualquier momento puedan aparecer como imprescindibles sólo se podrán alcanzar con la innovación de los planes de formación, haciéndolos más flexibles y posibilitando una adaptación dinámica de los mismos a los entornos socioeconómicos de cada momento. Esto requiere asumir el concepto de innovación permanente. **La innovación, esta palabra que siempre vemos en casa del vecino,** debemos asumirla como algo inherente a la formación. En un entorno de cambio acelerado, innovación y procesos formativos forman una dupla conceptual intrínseca dado que siempre se pretende que la formación sea algo útil para el espacio-tiempo, contexto socio-económico, correspondiente.

En este sentido, la innovación en la formación universitaria, con el sesgo de la formación en ingeniería, debería considerar, aparte del método docente, al menos, tres conceptos:

- ▶ Personalización,
- ▶ Interdisciplinariedad,
- ▶ y Universalización,

**PERSONALIZACIÓN:**

Vivimos en una sociedad globalizada, y ante esta realidad, individualmente procuramos ser diferentes, únicos. Los tatuajes y los piercings son una muestra de este intento de particularizarse, pero también la creciente personalización de los productos y servicios corroboran esta afirmación, la “customización” es otra alternativa a este anhelo de ser diferentes, y dado que somos capaces de fabricar en serie atendiendo las demandas personales de cada consumidor, por ejemplo la fabricación de automóviles, ¿por qué la formación universitaria de la ingeniería tiene que ser tan rígida y prácticamente uniforme, la misma, para todos los aspirantes a titularse en una determinada ingeniería?

**Universidad-Empresa:  
 un binomio imprescindible  
 Universidad  
 27/11/2017**

*Juan José Álvarez  
 Catedrático Derecho  
 Internacional Privado de la  
 UPV/EHU*

La educación superior y el desarrollo científico y tecnológico son en la sociedad del conocimiento la herramienta imprescindible para conseguir el desarrollo económico y social sostenido.

En particular, la universidad no puede convertirse en un fin en sí mismo. Hay que combatir la ola de utilitarismo que algunos quieren imponer a las Universidades. ¿Cómo hacerlo? reafirmando los valores tradicionales de la Universidad: el pensamiento básico y crítico, el rigor intelectual, la honradez, la dedicación, el entusiasmo, y la motivación.

Los cambios tan acelerados de esta Sociedad de la Información no nos permiten conocer, quizá tan sólo aventurar, en que trabajarán nuestros titulados dentro de dos años, y **ante este entorno tan incierto, los docentes deberíamos compartir con los estudiantes el riesgo de optar, de personalizar su formación.**

Personalización no implica necesariamente especialización, aunque la especialización sea una forma de personalizar, y se puede personalizar incluso dentro de una especialidad.

Casos como el de Antonio Cobas (ver recuadro) cada vez pueden ser más frecuentes en nuestras universidades, sencillamente porque el entorno de acceso al conocimiento que

## Formación y Universidad

### LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN

**Las 10 habilidades más valoradas en el mercado laboral. La Vanguardia edición del 29 de diciembre de 2015**

Creatividad, capacidad de adaptarse, polivalencia y habilidades comunicativas, entre las competencias más demandadas

propician las redes cada vez es más importante, y porqué los futuros estudiantes cada vez tienen más claros sus objetivos y que es lo que necesitan para conseguirlos. Episodios de frustración como el caso de Antonio Cobas deben evitarse al máximo, ni la sociedad ni la universidad se lo pueden permitir.

Ahora, y aquí, hay muchos innovadores jóvenes, que no se sienten atraídos por las ingenierías, sencillamente porque han visto los planes de estudios y no quieren ser derrotados por un montón de materias que consideran inútiles para sus objetivos personales, y no es la osadía de la ignorancia, generalmente estos jóvenes suelen estar bien informados. También es el caso de algunos titulados interesados en realizar determinados másters hasta que consultan el temario y se decepcionan al constatar que en un 80% es “más de lo mismo”.

Ante esta situación los docentes deberíamos anticiparnos y flexibilizar

**los planes de estudio, éstos deberían enfocarse compartiendo con los estudiantes el riesgo de su futuro profesional**, en las escuelas de ingeniería deberíamos ofrecer un gran abanico de optativas que contemplen explícitamente las habilidades ABET, más del 60% de los créditos de cada titulación. Hay que empezar a personalizar los currícula, eso sí, con una buena mentorización, tenemos profesores de sobra.

Deberíamos definir unos planes de estudio que permitan esta personalización, con (dicho en términos matemáticos) una base canónica del espacio vectorial de cada ingeniería, o especialidad, bien definida, con materias específicas propias que no debería representar más del 40% de los créditos, el resto de los créditos deberían ser optativos.

Afortunadamente, el tiempo reglado de formación es finito, por eso debemos de medir muy bien qué materias se incluyen en el núcleo de cada titulación, y sin menospreciar el papel formativo de la mente que representan las matemáticas, deberíamos optimizar también la provisión de dichas herramientas. Deberíamos ensayar de proporcionar la herramienta cuando se necesita, cuando haga falta, no suministrarla, de forma previa mediante una amplia panoplia de herramientas que prácticamente nunca se utilizarán.

**Randstad Research  
30 Nov 2016**

Randstad Research prevé que la digitalización genere en España 1.250.000 empleos en los próximos cinco años. De esta cifra, 390.000 empleos son STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering & Mathematics) puros; 689.000 corresponden a empleos inducidos, que darán soporte a los STEM; y 168.000 serán empleos indirectos. Para que esta generación de nuevas oportunidades de trabajo sea efectiva, se deben tener en cuenta aspectos como la capacidad de cubrir estos puestos de trabajo con los perfiles existentes, las políticas educativas que se apliquen, o el marco laboral regulatorio del mercado laboral, entre otros.

La optatividad facilita la personalización.

### **INTERDISCIPLINARIEDAD**

En tiempos de cambios acelerados la especialización exhaustiva necesita de pocas unidades o personas, lo más natural es conocer un poco de todo.

Áreas de trabajo, por ejemplo, como las “smarts cities”, el IoT (internet of Things), los Juegos y las aplicaciones multimedia, entre otras, requieren una formación combinada de disciplinas propias de las ingenierías de telecomunicación, informática, civil, industrial y arquitectura.

Los Campus Universitarios deberían dejar de ser meras coincidencias geográficas y ofrecer la posibilidad de cursar asignaturas en distintos centros del campus. Habría que abrir la formación entre centros para interconectar métodos y tecnologías diversas, que



**Las Tecnológicas quieren humanidades.**

**Elena Arrieta**  
**El Mundo Domingo.**  
**29 de enero de 2018**

A STEM le falta la "A" de Arte

permitan especular sobre nuevas aplicaciones de la tecnología, por ejemplo: aplicaciones de los drones, los sistemas radar de muy alta frecuencia para explorar el cuerpo humano, etc.

También habría que explorar la posibilidad de reconocer con créditos, las materias cursadas en centros de otras universidades, cursos de la red tipo MOOC, etc.

En resumen, una buena planificación de la formación universitaria para la Sociedad de la Información, debería saber aprovechar todas las ventajas que ofrece la globalización, y la ubicuidad de la red. Hay que aprovechar las posibilidades del todo el sistema.

Naturalmente, lo anterior hace más compleja la gestión universitaria, pero **los procedimientos administrativos deben estar al servicio de la Academia, no al revés.**

La interdisciplinariedad también ayuda a la personalización.

## UNIVERSALIZACIÓN

Los modelos sociales requieren de visionarios capaces de liderar los cambios e innovaciones para conseguir que estos representen un incremento de confort y bienestar social. La formación de los profesionales del futuro debe ir más allá de la mera formación técnica y tecnológica.

**Necesitamos unos planes de estudio que incluyan materias que permi-**

**tan a los futuros profesionales sentirse confortables en el ejercicio profesional consecuente con sus ideas, confortables cuando tengan que decir que no.** La Sociedad de la Información necesita profesionales que, aparte de conocimientos técnicos y tecnológicos, dispongan de criterios humanísticos, sociales y económicos.

La optatividad de los planes de estudio debería incorporar asignaturas humanísticas, especialmente la ética. Hay que dar a conocer la función social del oficio elegido. Hay que acostumbrar a los estudiantes a añadir valor, la Creatividad y la Gestión de la Innovación también tienen que formar parte de la optatividad de los nuevos planes de estudio.

Hay que fomentar las habilidades comunicativas, y la intuición como complemento del método científico.

También son imprescindibles los conocimientos económicos, que son la base de la mayor parte de las decisiones de gestión. **Los nuevos profesionales necesitan comprender la complejidad del sistema socioeconómico y deben ser capaces de distinguir los procedimientos de ingeniería que añaden valor en la producción de bienes y servicios, de los artificios financieros que sólo buscan aumentar el beneficio dentro de la legalidad.**

Hay que fomentar los deportes de equipo. Generosidad, entrega, responsabilidad, sacrificio, compañerismo, cohesión, bien común, lealtad, autoestima, etc. son conceptos que se adquieren y maduran practicando deportes de equipo.

**La formación universitaria debe proporcionar profesionales eficientes y ciudadanos con criterio.**

En conclusión, hay que procurar que los nuevos planes de estudio faciliten el desarrollo de modelos men-

**Monjes Copistas**  
**13/12/2017**  
**Universidad**

**Neila Campos González**  
**dpto. Matemática Aplicada y**  
**Ciencias de la Computación**  
**Universidad de Cantabria**

En un mundo global en el que la información está por todas partes, es papel fundamental de la Universidad guiar al estudiante para que sepa seleccionar con criterio dicha información, interpretarla, y utilizarla de un modo que tenga sentido en el campo que le corresponda. Al fin y al cabo, formarse –por ejemplo– como biólogo, ingeniero o historiador no consiste solo en acumular conocimientos sobre esta materia, sino en aprender a pensar como un biólogo, pensar como un ingeniero, pensar como un historiador. Y esto sí que se aprende del profesor que se esfuerza para transmitirlo, enseñando en sus clases a pensar. Mucho más allá del folio escrito.

tales que tengan en cuenta la complejidad del todo y sus interrelaciones.

## EL MÉTODO

El mundo es muy complejo, la realidad está fuera de la universidad. El aprendizaje es un proceso social. Los estudios universitarios que además de la formación procuran un oficio, deben contemplar la realidad del mundo que se encontrarán los titulados cuando se incorporen al sistema socioeconómico.

Los profesores universitarios, en dedicación exclusiva, tenemos tendencia a producir clones de nosotros mismos y no es este el papel principal que se espera de la universidad. Las facultades de medicina lo tienen muy

## Formación y Universidad

### LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA PARA LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN



bien solucionado; a partir de segundo, las clases se hacen en hospitales, en contacto con la realidad. Lamentablemente en el resto de estudios aplicados no disponemos de suficientes empresas susceptibles de ser empleadas como los hospitales, entonces necesitamos recuperar, y remunerar adecuadamente a los profesionales de la industria y de los servicios, los profesores asociados, para que nos aporten la visión actualizada de la realidad. Con la última crisis prácticamente los despedimos a todos. Necesitamos fomentar y facilitar mucho más las prácticas en empresas. **Una universidad sin contacto con la realidad del entorno socioeconómico, haciéndolo muy bien,** sólo puede aspirar a ser un parque temático.

El estudiante debe disfrutar aprendiendo, estudiando. Los estudiantes nos llegan motivados, y lejos de desmotivarlos, debemos incrementar su motivación, y esto significa que la actitud del profesor debe ser estimulante, el profesorado ha de transmitir entusiasmo.

**El profesor debe ser brújula y no timón,** debe guiar, no repetir lo que está mejor explicado en los libros y en algunos sitios de internet. Debe compartir su visión personal de la ingeniería, y solamente si está entusiasmado con su trabajo será capaz de trasladar la imprescindible ilusión del aprendizaje.

Hay que reivindicar el valor de las sesiones de clase, éstas deben

ser participativas, fomentar la discrepancia y la crítica. Incluso en aquellas materias con conceptos perfectamente asentados por una teoría consolidada y avalada por el método científico, la discusión y el cuestionamiento de los postulados, favorece la comprensión, la maduración y, en definitiva, la asimilación del conocimiento. Emulando a Marshall McLuhan cuando en 1964 publicó "The Medium is the Message"<sup>2</sup>, y a Manuel Castells que en 2002 extendió y actualizó el concepto a "the Network is the Message"<sup>3</sup>, en la docencia universitaria deberíamos poder decir: **El mensaje es la sesión de Clase.**

Los profesores no podemos seguir impartiendo asignaturas como hace veinte años o más. **No podemos seguir justificando, en base a una cierta pureza facultativa, que algunas materias son intocables por método y contenido.**

El actual sistema español de incentiación para los profesores universitarios, ha procurado que la docencia parezca una actividad secundaria, esto es inaceptable, la transmisión de conocimiento, la formación, debe

2 Marshall McLuhan. Understanding Media. The Extensions of Man. 1964. [http://robynbacken.com/text/nw\\_research.pdf](http://robynbacken.com/text/nw_research.pdf)

3 Manuel Castells. The Internet Galaxy: Reflections on the Internet, Business, and Society. Print publication date: 2002. Print ISBN-13: 9780199255771

ser, a mi modo de ver, el primer objetivo de la Universidad.

Las tecnologías TIC serán las herramientas del futuro, pero la técnica no sirve de nada si el concepto sigue siendo anticuado.

También tenemos que cambiar la forma de evaluar, especialmente en las ingenierías, el problema con resultado único no es natural, no es real, sólo es una comodidad para el profesorado, los exámenes tipo test no tienen una significación de décimas y no digamos de centésimas. La evaluación también debe acercarse a la realidad, las mejores pruebas de evaluación son las que se pueden hacer en casa.

Concluyendo: la formación de los nuevos profesionales de la Sociedad de la Información, requiere, en todos sus aspectos, una adaptación dinámica al entorno socioeconómico de cada momento y al contexto individual de cada estudiante. Las TIC nos facilitan esta adaptación, pero las herramientas no sirven de nada si los conceptos docentes están periclitados. La docencia universitaria precisa innovarse y adecuarse al nuevo entorno de la Sociedad de la Información o será substituida. Todos sabemos que no es lo mismo "tocar el piano" que "ser pianista". Las universidades, especialmente las públicas, estamos al servicio de la sociedad. Las escuelas y facultades de ingeniería no deben limitarse a enseñar ingeniería, deben formar y proporcionar a la sociedad, ingenieros e ingenieras.