

## **Ingenieros “digitales”.**

Josep M<sup>a</sup> Monguet. Badalona. Dr. Ingeniero y Profesor de la UPC.

### **Los ingenieros “de toda la vida”**

Dejando a un lado el antecedente militar, se entiende la ingeniería como la capacidad para resolver los problemas prácticos que se le plantean a la sociedad, y el ejercicio de la ingeniería, factor clave del desarrollo humano, se ha convertido en todas partes en una de las profesiones más respetadas y con más credibilidad. La vocación práctica de la ingeniería aplica la ciencia con la intención de conectar las necesidades percibidas en la sociedad con soluciones comerciales y hoy, además, sostenibles.

La formación masiva de ingenieros corre paralela a la evolución de la demanda industrial y al desarrollo de los servicios y de las infraestructuras. Actualmente, el mayor productor de graduados en ingeniería del mundo es la China que junto a la India suma cerca del millón de ingenieros al año, cifra cinco veces superior a los nuevos ingenieros que salen entre Europa y USA, que juntos apenas llegan a los 200.000.

Se considera que los ingenieros han ejercido un protagonismo fundamental en el desarrollo social y tecnológico, liderando la innovación tecnológica y el progreso económico. Las especialidades de la ingeniería se han multiplicado a medida que lo ha hecho el conocimiento tecnológico, y por otra parte, en el último siglo, la ingeniería se ha adaptado a cambios importantes derivados de las exigencias de una creciente competitividad: medir la productividad, la gestión de la calidad, la internacionalización o la explotación de las TIC son algunos ejemplos. Ahora, la globalización y la irrupción de los nuevos países industrializados enfrentan a los ingenieros de nuevo a un cambio sustancial de las condiciones de competencia. Buena parte del valor, se desplaza cada vez más hacia los extremos de la cadena, donde emergen sin cesar nuevas actividades intensivas en creatividad y conocimiento<sup>1</sup>. El ámbito de los servicios ha ido tomando cada vez mayor entidad, tanto por el aumento de su peso en la actividad económica, como por el hecho que los servicios se incrustan sistemáticamente en todos los ámbitos de la industria y de la actividad económica en general. No es tan importante la creación de los productos como identificar las necesidades – valores que determinaran que productos tendrán éxito y en qué modelo de negocio se basarán. En este sentido, las TIC e internet son uno de los impulsores clave.

Responder a los retos que la sociedad y el desarrollo humano demandan en esta etapa, pasa por disponer de personas capaces de liderar, como ya ha sucedido antes,

---

<sup>1</sup> Aguilà, Josep; Monguet, Josep M<sup>a</sup>. Evolució de l'Oferta al Quinari, Quaderns OME, núm. 9, \_ACC1Ó – CIDEM / COPCA.

los proyectos y las empresas, en particular son necesarios unos nuevos “ingenieros digitales”.

Veremos en primer lugar en qué contexto de oferta-demanda ha de trabajar ese nuevo “ingeniero digital” bajo el impulso de las TIC e Internet. A partir de ese mercado evolucionado, trataremos de definir que es la ingeniería digital y que perfil deberían tener los “ingenieros digitales”.

### **El “impulsor” digital de nuevos productos y servicios.**

Las TIC, en su furiosa evolución, multiplican prestaciones al mismo tiempo que reducen costes. Según la Ley enunciada por Moore, el que fuera CEO de Intel, la capacidad de procesamiento de un ordenador se duplica aproximadamente cada dos años, algo parecido sucede con el ancho de banda para las comunicaciones y con el software disponible. Multiplicando reducción de coste por incremento de prestaciones se deduce fácilmente que no ha habido en la economía otro factor comparable al de las TIC, desde la revolución industrial.

Para Ray Kurzweil, quien desde los 80’s viene proponiendo escenarios sobre las TIC con un nivel de aproximación razonable, un ordenador personal del año 2000 equivalía al cerebro de un mosquito, el de 2010 equivale al cerebro de un ratón y con 10 años más, el ordenador personal podría ser equivalente a un cerebro humano. Nuestras capacidades cognitivas se ampliarán o se extenderán de forma gradual con un volumen de “inteligencia” electrónica comparable al de la humana. Así las cosas, las TIC tienen un larguísimo y complejo recorrido, lleno de oportunidades quizás impredecibles y de tanta entidad como los ya vividas: la generalización del ordenador personal primero y de internet después, o más recientemente la telefonía móvil. Por otra parte, los mismos recursos informáticos de los que un trabajador dispone en su lugar de trabajo, los puede tener en su casa, o llevarlos a la cartera, y ocupan un lugar preferente entre los juguetes de los niños.

Las TIC inundarán todos los ámbitos de la actividad humana en los que haya información para crear, gestionar, almacenar, transmitir, analizar, aplicar, etc. Una buena metáfora de Internet es considerarla como la materia orgánica para crear los sistemas nerviosos que van a incorporar todos los objetos, tangibles e intangibles, que nos rodean. Estos nuevos sistemas nerviosos son los que se encargaran de canalizar información y señales aportando sensibilidad y capacidad para adaptarse al entorno de todo lo creado y de aquello que está por fundar a partir de ahora. Desde pacientes crónicos monitorizados mediante internet, hasta ciudades inteligentes, pasando por la gestión de vehículos o de bosques, la colonización - construcción del espacio internet dará lugar a todo un nuevo mundo, en el que casi todo está por hacer y para ser diseñado.

El desarrollo de las múltiples aplicaciones innovadoras que internet o la telefonía móvil hacen posibles, con los consiguientes nuevos modelos de negocio ya han propiciado cambios notables en ámbitos de la actividad económica y productiva. Han surgido nuevas entidades financieras que operan tan solo en internet, han emergido de la nada colosos comerciales o “inventos” para la socialización (redes sociales y comunidades virtuales). Cada vez más, la producción industrial a escala global la lideran los propios consumidores (prosumerismo), y se multiplican nuevos servicios, desde la búsqueda de empleo hasta la publicidad, que de ayer para hoy han dejado obsoletos a los antiguos modelos y a sus respectivas organizaciones y empresas.

La lista de novedades sería muy larga pero, en general, el diseño de estos nuevos espacios, abiertos a la red, ha sido fuente de demanda de actividades como el diseño de interfaces que fueran usables y amigables, el desarrollo tecnológico de protocolos, más infraestructuras de comunicación o diferentes dispositivos. En torno a la innovación para la creación de nuevos servicios y modelos digitales han surgido campos del conocimiento antes desconocidos. La ingeniería y el diseño, entendidos transversalmente, han de ir de la mano con otras muchas disciplinas, para que respondan eficazmente a la demanda incesante de productos y servicios, en un contexto de constante innovación.

Estamos ante un campo emergente de la ingeniería, innovador en múltiples aspectos, sin límites aparentes, que trata desde otra perspectiva la dimensión de la vida humana y la sociedad. Se requiere una aproximación netamente interdisciplinar, en la que los renovados “ingenieros digitales” han de contribuir con sus capacidades técnicas a crear un mundo relativamente inexplorado en el que el territorio que se descubre se encuentra más en un plano mental-social que físico. Esto no se había producido nunca antes.

Hay una nueva dimensión de la que el ingeniero digital y/o el diseñador deben tomar conciencia, es la del internet de las cosas y de los objetos. Hasta ahora podemos decir que en internet, en su condición de objeto, tan sólo hay ordenadores, una cuestión de hardware, pero a largo plazo todas las cosas también estarán en internet. Los teléfonos ya han empezado, después los coches, las cámaras fotográficas, y más tarde o más temprano, se incorporarán los muebles, la ropa y todos los productos de consumo. Todo objeto, cosa, espacio o entidad física que sea susceptible de incorporar un chip - los habrá de muy económicos - podrá recibir y enviar información. Los objetos hablarán entre ellos de fechas de caducidad, de eficiencia energética, llevarán la cuenta de lo que hemos comido, nos advertirá de incompatibilidades, de alternativas y de otras muchas cosas que actualmente no se han ni tan siquiera planteado.

Las dimensiones tangible e intangible de internet se pueden combinar entre ellas estableciendo diversidad de conexiones entre el mundo físico y el mundo virtual, dando lugar a nuevas experiencias que contribuirán a mejorar las condiciones de vida

de las personas. Las oportunidades que internet ofrece, no solo al ingeniero digital, sino a todos los ámbitos profesionales y del conocimiento son prácticamente infinitas.

Para coronar lo anterior, las TIC e internet obligan, por la vía de los hechos consumados, a la revisión de principios “fundamentales” establecidos en la sociedad como la propiedad del conocimiento y de la información o el derecho a la intimidad.

### **La ingeniera digital necesita un modelo de universidad renovado.**

Cuando se analizan empresas y proyectos de éxito, una de las constantes que se repite es la de los equipos humanos con altos niveles de formación, movidos por una voluntad de desarrollo continuo del conocimiento y sobretodo que saben colaborar. El espíritu emprendedor, tanto en el plano individual como colectivo, y la sólida formación configuran el perfil de los profesionales de primera línea. En este marco general, el “ingeniero digital”, trascendiendo el mero conocimiento científico-técnico, ha de vivir una cultura del compromiso, basada en la búsqueda y la superación del reto. El nuevo profesional no solo está preparado para adaptarse a los cambios sino también para liderar-los enfrentándose a lo desconocido. Solamente así se puede hacer frente al empeño de construir un mundo mejor en un contexto cambiante y acelerado, con la energía inagotable que aporta tener una motivación trascendente para el desarrollo de la actividad profesional.

Los futuros ingenieros digitales se empiezan a formar jugando. La tendencia al DIY (do it yourself) aprendida, y compartida gracias a Internet, en las primeras etapas de la vida en el ámbito del juego digital, es seguramente determinante para la estimulación temprana del espíritu emprendedor digital. Pero no es suficiente. Los estudiantes de ingeniería, que necesitan desarrollar capacidades técnicas y creatividad para construir e implantar innovación tecnológica no pueden encontrar hoy en la universidad española una oferta extensa, comparable a la que hay en otros lugares. Una parte del problema se explica por el limitado esfuerzo que la sociedad realiza para formar a los universitarios. En España, la inversión por estudiante es más o menos una cuarta parte de la que se hace en USA, y en el caso de la formación de ingenieros este porcentaje es aun más desfavorable. Más allá del económico influyen sin duda otros factores, pero el hecho objetivo es que la producción acelerada de conocimiento pone en serios aprietos, a fecha de hoy, la capacidad para estar al día de una institución como la universitaria.

Se ha puesto quizás una fe excesiva en el proceso de Bolonia. Metafóricamente hablando podríamos decir que la universidad española, con la adaptación a Bolonia, se encuentra en medio de un proceso parecido al de adaptar el sistema ferroviario al estándar internacional. Pero parece que es algo más que modificar el ancho de las vías del ancho de los carros romanos de Pompeya, a los 1.435 mm del ancho internacional. Probablemente no éramos conscientes de cómo y en qué pésimas condiciones estaba el sistema, hasta que el mal servicio se ha convertido en algo

regular. Ahora, a agua pasada, se hace evidente que no se ha invertido lo suficiente, que las infraestructuras en su conjunto han quedado bastante obsoletas y que incluso se han planteado erróneamente algunos trazados. La urgencia del cambio, llega además en medio de una profunda crisis económica, probablemente irreversible.

La parte positiva es que la oferta para la formación de graduados en ingeniería es y será bastante amplia, ya que los grados en tecnologías industriales, en telecomunicaciones-informática o ingeniería civil, se podrán cursar tanto en las actuales escuelas superiores de ingeniería, como en las escuelas de ingeniería técnica. Esta es la nueva formación secundaria avanzada, los máster y la formación continua son otra cosa. Si los grados, muy regulados y homogéneos, se obtienen a partir de una adaptación relativamente fácil de la actual estructura de títulos y centros universitarios, los estudios de postgrado deben ser competitivos y necesitan el apoyo de los centros donde se crea el conocimiento. En todos los ámbitos, pero más cuando las atribuciones profesionales no están reguladas, y este es el caso de la formación de postgrado de los "ingenieros digitales", se competirá para conseguir los mejores estudiantes y profesores, y también por el apoyo de las empresas y las instituciones.

Un aspecto importante y al que estamos todavía poco acostumbrados es el de entender o asimilar los espacios de formación superior como lugares de creación de conocimiento, y en este sentido, la investigación es un elemento indisoluble de la formación de postgrado, que para ser completa a de acabar ofreciendo la posibilidad de hacer estudios para la formación de investigadores. Este es otro de los retos pendientes para la universidad que ha de conseguir formar doctores "para la empresa" y no limitarse a crear doctores académicos. Las claves sin duda son: contenido multidisciplinario, trabajo en las fronteras del conocimiento y en equipo, aprendiendo en un contexto real de investigación e innovación.

Conocer la tecnología hoy implica gestionar su ciclo de vida, calculando los riesgos y experimentando. Así han nacido grandes empresas, que desde la nada han pasado por delante de empresas muy consolidadas y con gran potencial, incluso de investigación. ¿Cómo se entiende que las centenarias empresas de telecomunicaciones de todo el mundo no hayan liderado algunos de los negocios clave en el desarrollo de su propio sector?

El mercado digital ha evolucionado, después de tres décadas, de un modelo en el que la competencia se ha basado en las plataformas estándar a un nuevo modelo basado simplemente en los buenos productos-servicios. Era previsible que en algún momento, la "comoditización" de la informática supondría que los consumidores se despreocupan de los estándares, para interesarse por las buenas experiencias, y empezar a tener en cuenta las marcas. El iPod de Apple con toda su estrategia de producto-servicio en el ámbito de la música es hoy el caso de referencia. El mercado de consumo de la música, que ha reiniciado su enésimo ciclo de vida, muta su modelo de negocio gracias a la irrupción de una nueva tecnología basada en la

miniaturización de los componentes electrónicos, a los avances en internet y también con un estudiado y atractivo diseño, que es su plato fuerte.

La creación de los nuevos y complejos servicios basados en la tecnología requiere la gestión y la aplicación de la tecnología en su contexto económico, social e incluso político, y los proyectos deben ser dirigidos por personas que combinan una fuerte base tecnológica y científica, con múltiples habilidades relacionadas con las humanidades, el diseño, las técnicas de investigación y las ciencias sociales. La formación debe situarse en un contexto integral en el que además de las disciplinas, es relevante cómo se aprende y, como hemos dicho, disponer de "dominios" reales en los que se pueda realizar innovación.

### **Ingeniería colectiva**

Una característica esencial, nueva y destacada de la nueva ingeniería digital es la necesidad de que los creadores trabajen en estrechísima y constante colaboración con los usuarios de los servicios. La tecnología lo permite y el mercado lo demanda. Los internautas han empezado a construir redes sociales con toda clase de finalidades, desde hacer sofisticados paseos virtuales (Second Life), la construcción colaborativa de enciclopedias (Wikipedia) o la creación de mercados masivos en el que se subasta absolutamente de todo (E-Bay). El "nuevo mundo" digital, recién descubierto, lo construyen los nuevos "ingenieros digitales" pero con una intensa coparticipación de los propios usuarios. Si en el mercado "padre" de la electrónica de consumo el modelo de mercado está centrado en el distribuidor, en el mercado "hijo" de los e-servicios el mercado es de puros consumidores directos, y ahora no solo hay que llegar a los consumidores, sino que hay que conseguir que estos se impliquen en el diseño.

Diseñar y dotar de servicios los espacios virtuales para trabajar, comprar, encontrarse y socializar tiene diferencias significativas con los homólogos en la dimensión física. En primer lugar la construcción virtual es efímera por naturaleza y se amortiza de forma muy rápida. Nuestra presencia en dichos espacios es mutidimensional, podemos estar en muchos sitios a la vez, realizar saltos instantáneos o flexibilizar el tiempo a voluntad.

Las TIC e internet ya no deben verse como una simple herramienta para mejorar la productividad, el control o la información - comunicación comercial de la empresa. Los ordenadores personales y la red que los mantiene en línea se han de entender y pensar como una extensión de las capacidades cognitivas del individuo y por extensión de su dimensión social. Hay quien afirma incluso que, en plena sociedad del conocimiento, ya no estamos lejos de que el conocimiento empiece a perder valor relativo. Según Hiroshi Tasaka lo importante será la sabiduría de una multitud, la inteligencia colectiva, fruto de la dinámica de trabajo colaborativo que internet hace más fácil y asequible.

Las TIC son hoy el catalizador de la tendencia natural de los humanos a socializar el conocimiento. Las nuevas maneras de trabajar basadas en la generalización de herramientas tipo *workflow* o *e-learning*, entre otros, permiten optimizar de tal manera los procesos de comunicación y de información dentro de la empresa que impactarán de forma contundente en su cultura.

Un Henry Ford actual, en lugar de inventar las líneas de montaje para la producción en masa, inventaría la red de conexión para la gestión de la inteligencia colectiva. El renovado papel que juegan, en el contexto descrito, los nuevos ingenieros digitales pone a prueba recursos de conocimiento clásicos, de organización de la producción, de diseño de sistemas complejos y de múltiples campos de la ciencia que han de ser redescubiertos y conectados a la luz de los nuevos y dinámicos paradigmas.