

## FORMACIÓN, ENSEÑANZA Y ACTIVIDAD PROFESIONAL DE LA INGENIERÍA EN ESPAÑA

*Training, Education and Engineering Professional Activity in Spain*

*Capacitação e Engenharia de Atividade Profissional em Espanha*

**José M<sup>a</sup> Cámara-Zapata**

jm.camara@umh.es

*Universidad Miguel Hernández (España)*

Recibido: 01/09/2015

Aceptado: 03/12/2015

### Resumen

379

La formación en ingeniería debe evolucionar para satisfacer los retos del siglo XXI. La caída en el número de estudiantes matriculados en grados de ingeniería es continua. Por desgracia, es frecuente considerar las asignaturas básicas como filtros e inútiles para el desarrollo profesional de los ingenieros. Lógicamente, las asignaturas básicas son las primeras que se estudian. Sin duda, la mejora de la calidad de su docencia contribuye a reducir el abandono de los alumnos.

En este trabajo, se reflexiona sobre la formación, instrucción y actividad profesional de los graduados en ingeniería. Se propone representar la formación en ingeniería utilizando la simbología de un árbol. De este modo, la formación básica sería el tronco del árbol. Estos conocimientos facilitan a los ingenieros el cambio de campo de actividad profesional, si es necesario. Del mismo modo, el tronco de un árbol permite cambiar la parte aérea de un árbol, si se considera conveniente.

Por otro lado, una metodología docente que fomenta el trabajo en equipo facilita la actividad de estos profesionales. Para favorecer el empleo de estos titulados, es necesario mejorar el conocimiento que tiene la empresa privada sobre la formación en ingeniería.

### **Abstract**

Engineering education must evolve to meet the challenges of the XXI century. The fall in the number of students enrolled in engineering degrees is continuous. Unfortunately, it is usual to consider basic subjects such as filters and useless for the professional development of engineers. Logically, the basic subjects are the first to be studied. Certainly, improving the quality of its teaching helps reduce the drop-out students.

In this paper, we examine the training, instruction and professional activity of graduates in engineering. It is proposed to represent engineering education using the symbolism of a tree. Thus, the basic training would be the tree trunk. This knowledge makes it easier for engineers changing field of professional activity, if necessary. Similarly, the trunk of a tree helps to change the aerial part of a tree.

On the other hand, a teaching methodology that promotes teamwork facilitates the activity of these professionals. To promote the employment of these graduates, it is necessary to improve the knowledge that private enterprise on engineering education.

### **Resumo**

Educação em engenharia deve evoluir para atender os desafios do século XXI. A queda no número de alunos matriculados em cursos de engenharia é contínua. Infelizmente, muitas vezes eles consideram matérias básicas como filtros e inútil para o desenvolvimento profissional de engenheiros. Logicamente, as matérias de base são os primeiros a ser estudado. Certamente, melhorando a qualidade do seu ensino ajuda a reduzir os estudantes de abandono.

Neste artigo, vamos examinar a formação, instrução e atividade profissional de diplomados em engenharia. Propõe-se para representar o ensino de engenharia utilizando o simbolismo de uma árvore. Assim, a formação de base seria o tronco da árvore. Esse conhecimento faz com que seja mais fácil para os engenheiros de campo de atividade profissional em mudança, se necessário. Da mesma forma, o tronco de uma árvore para mudar a parte aérea de uma árvore.

Por outro lado, uma metodologia de ensino que promove o trabalho em equipa facilita a atividade desses profissionais. Para promover o emprego destes diplomados, é necessário melhorar o conhecimento que a empresa privada no ensino da engenharia.

**Palabras Clave:** formación en ingeniería, formación básica, trabajo en grupo, relación universidad-empresa.

**KeyWords:** engineering education, basic training, teamwork, university-industry relationship.

**Palavras chave:** educação em engenharia, formação básica, trabalho em equipe, relação universidade-indústria.

## 1. Introducción

El extraordinario desarrollo tecnológico experimentado en las últimas décadas afecta a numerosos aspectos de la sociedad, incluida la formación en ingeniería. Hasta hace unas tres décadas, la actividad profesional en ingeniería tenía lugar predominantemente de forma individual. En la actualidad, las tecnologías de la información y comunicación favorecen la colaboración y el trabajo en grupo. Por consiguiente, la formación en ingeniería debería cambiar para adaptarse a este nuevo escenario.

Buena parte de los estudiantes de nuevo ingreso en titulaciones de ingeniería presentan un fuerte desencuentro con la actividad de la ingeniería y muchos de ellos suelen pensar que las asignaturas básicas constituyen un filtro. El

asesoramiento académico en ingeniería constituye una herramienta muy útil cuando es empleada correctamente. Sin embargo, Las jornadas de promoción de titulaciones de ingeniería pueden agravar el error de concepto de las asignaturas de primer curso. Esto ocurre cuando los profesionales participantes no consideran útil la formación básica. Una conclusión frecuente de estas charlas es que la incorporación a la empresa se suele hacer desde abajo, en la escala laboral, y con el tiempo se llega a puestos de elevada responsabilidad. Algunos estudiantes, desencantados con su formación, pueden interpretar este tipo de afirmaciones considerando que hubiese sido más conveniente adquirir una formación menor y más aplicada, como por ejemplo, los estudios de formación profesional.

En este trabajo se reflexiona sobre la formación en ingeniería y se plantea la conveniencia de considerar su representación mediante una simbología sencilla. También se analiza la relación entre la universidad y la empresa. Finalmente se recomiendan iniciativas para mejorar, tanto la formación en ingeniería, como la relación entre la universidad y la empresa.

## **2. Asesoramiento académico**

382

La ingeniería responde a demandas cada vez más diversas y deslocalizadas. Una serie de informes de la Real Academia de Ingeniería de Inglaterra (2006, 2007 y 2010) ha planteado la necesidad de cambiar la formación de los ingenieros para asegurar su adaptación a las necesidades del siglo XXI (Graham, 2012). Sin embargo, el funcionamiento de los departamentos y las escuelas de ingeniería dificulta las reformas. El problema acuciante en la formación de ingeniería ya no es cambiar, sino cómo cambiar.

El abandono en ingeniería es debido, o bien a un desencuentro sobre el campo de acción de la ingeniería, o bien a unos estudios previos deficientes (Seymour & Hewitt, 1997). Algunos autores sugieren que una inadecuada formación previa puede incluir, no solo escaso nivel de matemáticas, sino también un conocimiento deficiente del campo de la ingeniería (Tseng, Chen & Sheppard, 2011). El desencuentro de los estudiantes con la ingeniería es uno de los factores institucionales que más influye sobre el abandono (Seymour & Hewitt, 1997) y puede ser debido a una docencia y unas tutorías deficientes (Marra,

Rodgers, Shen, & Bogue, 2012; Nyquist et al., 1999), a un asesoramiento inadecuado (Prieto et al., 2009; Schmidt, Hardinge, & Rokutani, 2012; Sutton, & Sankar, 2011), o a una cultura inadecuada de los departamentos (Duncan, & Zeng, 2005).

En relación con el asesoramiento académico, la universidad organiza actividades para orientar a los futuros egresados sobre las posibles salidas laborales, las nuevas fórmulas de empleabilidad, los requisitos de las empresas del sector, etc. En estos actos, participan ingenieros en activo que exponen su experiencia profesional a los asistentes. Es frecuente escuchar comentarios como “un ingeniero es especial, diferente” o “se nota cuando alguien es ingeniero”. Estas expresiones son muy comunes entre los propios ingenieros. Sin entrar a discutir la validez de estas afirmaciones, su explicación se puede encontrar en la formación y/o la experiencia laboral. Aunque existen diferentes especializaciones en ingeniería, es frecuente hablar de la formación en ingeniería (Goldberg, & Somerville, 2014).

No cabe duda de que la experiencia laboral define el perfil profesional de un ingeniero. Sin embargo, afirmaciones como “un ingeniero es especial, diferente” se realizan con independencia de su experiencia profesional. Si la identidad del ingeniero fuese debida únicamente a la actividad laboral, habría que decir que los ingenieros que trabajan en este u otro sector son especiales. Por tanto, en principio la experiencia se podría descartar como única causante de la originalidad del ingeniero.

La formación se puede clasificar como básica y aplicada. Tradicionalmente, la formación universitaria comienza con el aprendizaje de conocimientos básicos. La formación básica se suele concentrar en el primer curso. Posteriormente, se introducen asignaturas más aplicadas. Como consecuencia de un asesoramiento académico deficiente, es frecuente observar un error de concepto consistente en infravalorar la utilidad de la formación básica. Los ingenieros suelen afirmar que su formación es singular, aunque para muchos de ellos, la formación básica no es necesaria porque no aporta conocimiento que valga la pena retener. Esta conclusión puede originar serias dudas a los estudiantes. Su escasa motivación inicial por comprender y aplicar conceptos básicos se ve reducida. En consecuencia, se fomenta la creencia de que la formación básica en ingeniería actúa como filtro.

En relación con la experiencia, los ingenieros en activo concluyen que, en una empresa es habitual empezar a trabajar desde abajo, y con el tiempo, seguro que se progresa. Es un planteamiento clásico y realista que apuesta por la formación en la empresa. Sin embargo, este procedimiento puede hacer creer a algunos estudiantes que la formación aplicada universitaria no sirve para trabajar en la empresa privada.

Un estudiante de ingeniería puede malinterpretar la información recibida en su asesoramiento académico. El mensaje es que su formación es excepcional, aunque necesitará un largo proceso de formación en la empresa. Por tanto, el alumno puede concluir que la formación en ingeniería no es rentable, que estudiar una titulación universitaria de ingeniería es un error, y que los estudios de formación profesional son más interesantes porque representan menor esfuerzo y permiten adelantar la etapa de formación en la empresa.

Esta contradicción es más evidente cuando el asesoramiento académico insiste sobre la necesidad de la formación a lo largo de la vida y en campos diferentes y complementarios. La formación básica permite la adquisición de una formación adicional. Al minusvalorar la importancia de la base, se reduce la capacidad de adaptación de un ingeniero. Así, por ejemplo, resulta muy poco probable que un titulado de formación profesional se desenvuelva con solvencia en campos diferentes de su especialidad.

En definitiva, se debe cuidar el asesoramiento académico para evitar transmitir el mensaje de que un ingeniero es especial, y si es preciso, puede reconvertirse, aunque los conocimientos básicos no son importantes. Este planteamiento complica la difícil tarea de interesar a los alumnos de nuevo ingreso en conceptos básicos, materias complejas, pero fundamentales (UNESCO, 2005).

### **3. Relación entre la universidad y la empresa**

En 2004, la Fundación Conocimiento y Desarrollo (CYD) realizó una encuesta a empresas españolas para evaluar la relación entre la empresa y la universidad en España. El estudio concluyó que había una relación prácticamente nula y un

escaso reconocimiento de la empresa hacia el papel de motor de desarrollo económico que debe ejercer la universidad. El informe se repitió en 2010 (CYD 14, 2010), en plena crisis económica. Entre las conclusiones más importantes, destaca la importancia que adquieren los convenios para incorporar estudiantes y/o titulados en prácticas. Además de estos convenios, la colaboración más típica es para proyectos de I+D. El estudio también informa sobre un gran desconocimiento de los servicios ofrecidos por la universidad para cubrir las necesidades de formación empresarial, actividades de consultoría o asesoría y otras acciones diferentes de la actividad de I+D. Además, se exponen las dificultades de las PYMES para colaborar con la universidad.

En la primera década del siglo XXI se ha conseguido una clara mejora de la cantidad y la calidad de la investigación nacional. La Ley de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, de 12 de mayo de 2011, persigue, entre otros objetivos, promover la innovación y la transferencia de conocimiento al sector empresarial y la sociedad. Sin embargo, la conversión del conocimiento en un nuevo producto, servicio o tecnología con comercialización efectiva, no es la esperada. Al considerar el número de patentes, spin-offs, start-ups, licencias sobre derechos de explotación y otros mecanismos susceptibles de comercialización, se concluye que el conocimiento no está llegando al mercado en forma de innovación. La estrategia parece bien diseñada sobre el papel, pero falta hacerla realidad.

En el informe CYD 01/2013 se exponen los conceptos y mecanismos implicados en la transferencia de conocimiento entre la universidad y la empresa. También se presentan mapas de mecanismos de intercambio de conocimiento y representaciones del producto/servicio, del desarrollo de modelos de negocio, o del conocimiento, que en todos casos, resultan de difícil comprensión. Los ejemplos que ilustran el estudio hacen referencia a empresas de gestión pública-privada y no se ajustan a las características de la empresa privada. Por consiguiente, sería muy útil simplificar los trámites administrativos que regulan la relación entre la universidad y la empresa con el objetivo de fortalecer y hacer más atractivo el vínculo entre ambas instituciones.

#### 4. Características del mercado laboral

Se prevé que entre 2015 y 2025, la mayoría de las oportunidades de empleo en la Unión Europea (UE), exijan un alto nivel de cualificaciones. La alta demanda de sustitución conducirá a una proporción significativa de puestos de trabajo que exijan un nivel medio de cualificación, y la mayoría de las personas de la UE seguirán empleadas en este nivel. Se constata un envejecimiento de la población de la UE en edad de trabajar. Los aumentos se concentran en las personas de más de 55 años de edad, y son especialmente acusados en España. Sin embargo, aunque la población activa de la UE aumenta en edad y disminuye en cantidad, gana en cualificaciones (Figura 1). Así, la proporción de la población activa con un alto nivel de cualificaciones aumentará del 31% en 2013 al 38% en 2025. El número de personas con un nivel medio de cualificaciones también tiende a aumentar y pasará del 47% en 2013 al 48% en 2025. Sin embargo, la proporción de los que tienen un bajo nivel de cualificaciones descenderá del 22% en 2013 al 14% en 2025. En España, la mayoría de las oportunidades laborales exigirán cualificaciones de nivel alto, aunque también es importante la proporción de oportunidades que exigirán un nivel bajo de cualificación. Está previsto un aumento de puestos de trabajo en los sectores del transporte y la distribución, y una disminución de los empleos en los servicios no comerciales. No se espera que la tasa de empleo vuelva a los niveles previos a la crisis hasta 2025 (CEDEFOP, 2015).

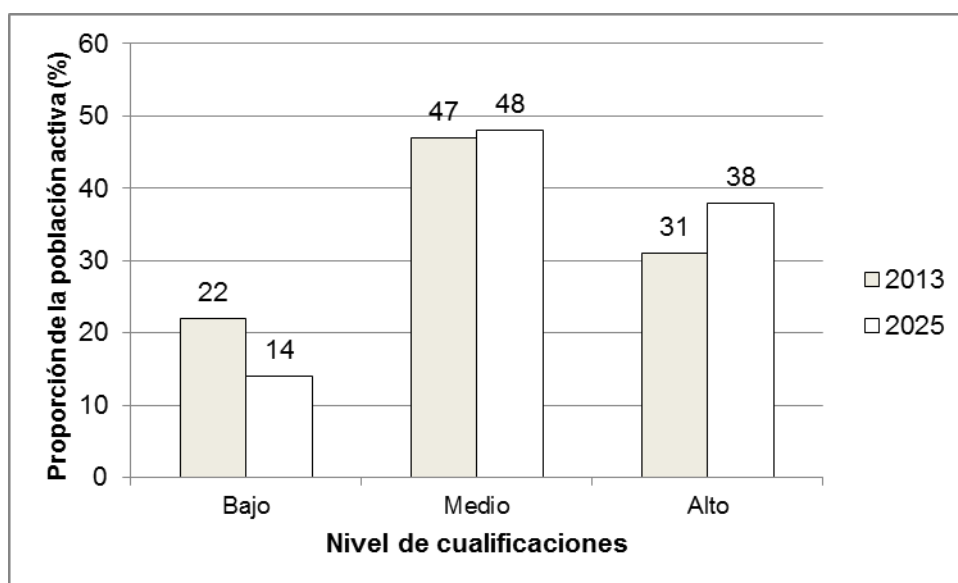


Figura 1. Proporción de la población activa según su nivel de cualificaciones (CEDEFOP, 2015)



Tradicionalmente, las empresas españolas con escasa actividad de innovación y desarrollo (I+D) que contratan un ingeniero suelen apostar por su formación en la empresa. Al principio se encarga de tareas poco cualificadas, y con el tiempo, puede ascender en la escala laboral hasta desarrollar importantes labores técnicas o de gestión. Cuando este modelo se expone a los estudiantes de ingeniería, puede provocar en ellos cierto desapego. Aparecen preguntas como ¿merece la pena el esfuerzo de adquirir una formación que la empresa parece no valorar? ¿Sería mejor estudiar formación profesional? Conviene reflexionar con detenimiento para responder a estas inquietudes y estimular a los estudiantes. En realidad su formación universitaria en ingeniería sólo ofrece ventajas.

La crisis económica actual, ha obligado a numerosos profesionales, entre ellos ingenieros españoles, a buscar empleo en otros países de nuestro entorno. En general, se trata de economías con mayores esfuerzos en investigación, innovación, desarrollo o tecnología. Esta decisión es relativamente sencilla para ingenieros recién graduados que han realizado estancias universitarias en otros países para complementar sus los estudios. Los ingenieros españoles que encuentran trabajo en sus sectores profesionales, desarrollan sin dificultad actividades cualificadas junto con otros profesionales del país de acogida. Por consiguiente, aunque la formación de los ingenieros formados en España pueda no ser adecuada para la mayoría de las empresas nacionales, estos mismos ingenieros desarrollan sus competencias en empresas de otros países. Entre las posibles salidas profesionales de las titulaciones de ingeniería, la administración pública y el autoempleo suponen actividades cualificadas a las que no tiene acceso otro profesional con menos competencias. Además, las salidas profesionales de un ingeniero en la empresa privada ofrecen unas expectativas superiores, aunque después de un proceso de formación en la propia empresa.

Los estudiantes de grado en ingeniería no deben confundir sus expectativas laborales con las de un estudiante de formación profesional. Sus competencias y su formación, básica y aplicada, son muy diferentes. Así, un ingeniero con un determinado perfil profesional tiene la capacidad de reconversión hacia otros campos diferentes, fundamentalmente gracias a su formación básica.

Sin embargo, probablemente con buen criterio, en el mundo empresarial predomina la concepción de que un ingeniero recién titulado requiere un proceso de formación en la empresa. El inconveniente aparece cuando la duración de dicho intervalo se prolonga más de lo razonable.

## 5. Formación en ingeniería

Es preciso preparar a los graduados en ingeniería para responder a los desafíos del siglo XXI. Sin embargo, el sistema de formación para las nuevas generaciones de ingenieros no puede seguir el ritmo. En los últimos 20 años, la estructura y el contenido de las titulaciones de ingeniería han cambiado relativamente poco (Graham, 2012).

En los últimos años, la formación parece haberse convertido en un producto de mercado. La aplicación de las nuevas tecnologías permite desarrollar una formación a la carta, autodidacta, que podría llegar a competir con la enseñanza reglada. La universidad debería potenciar su papel formador para producir profesionales capaces de dar respuesta a las necesidades de la sociedad del siglo XXI.

La realización de un cambio requiere establecer los estados inicial y final. Para simplificar la descripción de ambas situaciones puede ser útil emplear una simbología. Así, la formación universitaria en ingeniería se podría representar como un árbol. La raíz y el tronco constituyen los conocimientos adquiridos en las asignaturas básicas (Informática, Química, Matemáticas, Física, Empresa, Dibujo, etc.). El resto de la parte aérea serían las materias propias de la rama y de aplicación del grado en ingeniería concreto. Así, las titulaciones de ingeniería se podrían representar como un vivero de árboles que es preciso cultivar y poner en producción (incorporación al mercado laboral). La universidad forma ingenieros, esto es, produce árboles y los ofrece a las empresas para que éstas los aprovechen en las mejores condiciones. Siguiendo con la analogía, la parte aérea puede dar un producto u otro, según interese, pero el árbol siempre tiene que tener la raíz y el tronco sanos. Dicho de otro modo, un ingeniero puede reciclarse, y cambiar de sector laboral, aprovechando su formación básica.

Desde este punto de vista, la discusión sobre la formación universitaria se podría enfocar desde un punto de vista relativamente sencillo. Así, hasta el comienzo de la era de la información y la comunicación, la universidad formaba ingenieros especialmente adaptados para desarrollarse aislados (árboles grandes y fuertes). Esta formación era la demanda de la empresa y la sociedad en su conjunto. Los planes de estudios de estas titulaciones hasta hace unas tres décadas garantizaban una amplia formación, tanto básica como aplicada.

La reciente transformación tecnológica permite potenciar el trabajo en grupo por lo que en la actualidad resulta más conveniente la producción de árboles para su desarrollo conjunto. Así, aunque individualmente éstos sean más pequeños, su desarrollo global presenta mayor capacidad de producción y mejor adaptación a los cambios. En la actualidad, resulta evidente que el trabajo en grupo ofrece mejores resultados que el modelo competitivo y el esfuerzo individual. Sin embargo, resulta muy difícil poner en práctica este tipo de metodología docente (Parsons et al., 2005).

Graham (2012) señala el equilibrio entre enseñanza e investigación como una de las dificultades más comunes cuando el personal docente universitario se plantea participar en cambios en la formación en ingeniería. En los últimos años, se aprecia un cambio de las prioridades de instituciones universitarias de EEUU, Europa, Asia y Australia a favor de los resultados de las investigaciones y en detrimento de la formación de pregrado. Estos cambios parecen debidos a un mayor énfasis en los sistemas de rankings universitarios nacionales y globales. El resultado es una reducción del impulso institucional hacia el cambio de la formación. Además, aumenta la presión para que los profesores investiguen más.

En relación con las materias básicas, es preciso mejorar su imagen. La formación básica tiene una importancia vital porque es la primera que los estudiantes deben afrontar. En función de su calidad y del compromiso del profesorado se conseguirá reducir el número de estudiantes que deciden abandonar los estudios (Meyer, & Marx, 2014).

Lattuca et al. (2014) han estudiado la influencia de varios aspectos sobre la aplicación de metodologías docentes centradas en el alumno. Se han realizado

encuestas a 906 profesores de 31 instituciones de ingeniería. El trabajo concluye que la actividad profesional y, en menor medida, la formación de postgrado sobre enseñanza, se relacionan positivamente con el empleo de dichas estrategias docentes.

Graham (2012) indica una serie de recomendaciones para departamentos y escuelas que pretenden introducir cambios sistemáticos en la formación en ingeniería. Por su relevancia, se pueden destacar aquéllos dirigidos a sustentar el cambio. Es imprescindible un compromiso del director del departamento o de la escuela con la reforma. En cualquier caso, no se debe presionar a los profesores que rechazan estos cambios.

En las universidades públicas españolas, el tamaño de grupo de las asignaturas de primer curso de los grados en ingeniería puede superar los 100 alumnos, con grupos de laboratorio de unos 30 alumnos. Estas cifras suelen ser significativamente menores en las universidades privadas (entre 45 y 60 alumnos por grupo de teoría y de 15 a 20 por grupo de laboratorio). La tercera edición del informe U-Ranking de la fundación BBVA indica que las universidades públicas destacan en investigación, innovación y transferencia, mientras que las privadas lo hacen en docencia (Fundación BBVA, 2015). Esta conclusión llama poderosamente la atención, si se tiene en cuenta que, buena parte de los estudiantes se matriculan en una universidad privada porque su expediente académico no les permite hacerlo en una universidad pública.

La Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) dispone del Programa de Apoyo a la Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado Universitario (DOCENTIA). Su objeto es apoyar a las universidades en la gestión de la calidad docente. Entre los indicadores empleados se encuentra la evaluación de la docencia que realizan los alumnos. Es conveniente reflexionar sobre cómo se realiza esta encuesta para que los resultados sean útiles. Así, por ejemplo, se pregunta a los alumnos si les parece adecuado el material con el que realizan las prácticas de laboratorio. Es difícil creer que los alumnos de primer curso de ingeniería puedan responder motivadamente a preguntas como ésta. Por otro lado, los estudiantes de ingeniería suelen valorar más el resultado de la calificación de la asignatura que la calidad de la docencia y están habituados a métodos docentes conductistas centrados en el profesor y que fomentan un aprendizaje pasivo.

Su respuesta a una metodología docente que fomente el compromiso, la participación y el trabajo en grupo no siempre es favorable. Sin embargo, el resultado de la evaluación de un profesor mejora si éste participa de forma significativa en más de una asignatura, esto es, se valora el esfuerzo que supone la coordinación docente. En cualquier caso, la evaluación de la docencia es muy poco empleada. Por tanto, cambiar a estrategias de trabajo en grupo no se ve favorecido.

La incorporación de profesores con iniciativas nuevas a la plantilla de docentes de las universidades es escasa. En general, el profesorado actual tiene una formación competitiva y basada en el esfuerzo individual (parecida a la de los grandes árboles aislados en la simbología anterior). Por consiguiente, resulta muy complicado implantar metodologías docente basadas en el constructivismo y en el trabajo en grupo, de modo que cambie la formación de los estudiantes (para convertirlos en árboles más pequeños, pero conectados). Habría que reflexionar sobre la conveniencia de cambiar el currículo introduciendo asignaturas para aprender a trabajar en grupo, liderar, etc.

## 6. Recomendaciones y conclusiones

En las últimas tres décadas, el desarrollo tecnológico ha propiciado cambios con repercusiones en multitud de ámbitos, incluidas la formación en ingeniería y su actividad profesional. El éxito en la adaptación a los nuevos requisitos pasa por definir correctamente la formación en ingeniería y promover la motivación de los principales actores en dicho proceso.

La formación en ingeniería se puede dividir entre básica y aplicada. Representar la formación en ingeniería como un árbol potencia la importancia de la formación básica. Este planteamiento es congruente con el de formación a lo largo de toda la vida como un pilar fundamental de la actual formación universitaria.

Para propiciar el cambio en la formación en ingeniería es imprescindible motivar a los participantes en dicho proceso: profesores, alumnos y responsables de gestión docente de la Universidad. Las iniciativas que

favorecen un cambio en la formación en ingeniería incluyen el desarrollo de instrumentos de medida de la enseñanza y el aprendizaje efectivos. Su objetivo es apoyar el proceso de promoción y recompensa del profesorado y proporcionar información al departamento y la escuela sobre el impacto de las reformas curriculares. Además, es conveniente establecer referentes en instituciones de prestigio, como por ejemplo, un estudio longitudinal de una reforma exitosa y su impacto sobre factores como matrícula, abandono y empleo. La financiación de estas reformas debe ser asignada al departamento en su conjunto, liderado por su director, e ir ligada a un análisis del impacto de la reforma a largo plazo (Graham, 2012).

Existen unas características comunes para realizar una reforma con éxito. Los cambios deben ser amplios y radicales. Entre los motivos destacan las indicaciones de la dirección de la escuela o la universidad acerca de la supervivencia de la titulación o del departamento. En este proceso se debe involucrar a varios departamentos y/o a la propia escuela. Por ejemplo, se puede crear una nueva “marca” que aspire a ser un estándar en la formación nacional o internacional en ingeniería. Parece que el departamento es el motor del cambio y es necesaria la motivación y el apoyo del director del departamento. En este sentido, los cambios perduran si son independientes del personal dedicado a la gestión universitaria en materia de organización curricular y docente.

La reducción del abandono de los estudios de ingeniería requiere iniciativas entre las que se puede incluir el trabajo en grupo de los estudiantes. Es recomendable la organización de cursos sobre esta temática. Aunque los alumnos de ingeniería suelen valorar más la calificación numérica que la calidad de la docencia, es necesario concienciarles de la importancia de ésta última. La implementación de una asesoría académica efectiva para explicar a los estudiantes la importancia de su formación (básica y aplicada), y el campo de actividad profesional de la ingeniería que han elegido, puede evitar desencuentros a posteriori.

La oferta de estudios propios u oficiales (títulos de experto, másteres, etc.) debe atender a las necesidades formativas de los egresados. Esto es, además de la oferta docente propia de la comunidad universitaria, los egresados proponen los que ellos estiman necesarios. La retroalimentación es muy

importante, por lo que hay que recordárselo a los alumnos mediante el envío de correos electrónicos.

Además, la universidad debe hacer más visible y cercana la formación en ingeniería para la empresa privada, en especial para las PYMES. Es importante desarrollar iniciativas que acerquen la universidad y la empresa, con el objetivo de mejorar su aportación al desarrollo social. Así por ejemplo, sería conveniente invitar a empresas colaboradoras de la universidad a las defensas públicas de los trabajos fin de grado (de todos los alumnos o de los más destacados). De esta forma, se podría conseguir una retroalimentación inmediata que mejoraría la relación entre la universidad y la empresa.

### Referencias bibliográficas

- Centro Europeo para el desarrollo de la Formación Profesional (CEDEFOP). (2015). ISBN 978-92-896-1748-2. Consulta el 23 de julio de 2015. doi: 10.2801/545
- Duncan, J. R. y Zeng, Y. (2005). *Women: Support factors and persistence in engineering*. En *National Center for Engineering & Technology Education (NCETE), Utah State University, Logan, UT*.
- Fundación BBVA. (2015). Rankings ISSUES. Consulta el 23 de julio de 2015. (<http://www.u-ranking.es/>)
- Fundación conocimiento y desarrollo, CYD 14/2010. (2010). La universidad y la empresa española. Consulta el 23 de julio de 2015. <http://www.fundacioncyd.org>
- Fundación conocimiento y desarrollo, CYD 01/2013. (2013). Ecosistema de innovación sostenible. El conocimiento circular. Consulta el 23 de julio de 2015. <http://www.fundacioncyd.org>
- Gil, D., Macedo, B., Martínez, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Editores) (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?* UNESCO. ISBN: 956-8302-37-9.
- Goldberg, D.E., Somerville, M. y Whitney, C. (2014). *A Whole New Engineer: The Coming Revolution in Engineering Education*. Editores: Thomson Reuters West. ISBN: 098-6080-00-4.

- Graham, R. (2012). *Lograr excelencia en la formación de ingeniería: los ingredientes para un cambio exitoso*. Editores: *The Royal Academy of Engineering. Massachusetts Institute of Technology*. ISBN: 1-903496-83-7.
- Lattuca, L. R.; Bergom, I. y Knight, D. B. (2014). *Professional development, departmental contexts, and use of instructional strategies*. En *Journal of Engineering Education*, Vol. 103.4, pp. 549-572.
- Marra, R M., Rodgers, K. A., Shen, D. y Bogue, B. (2012). *Leaving engineering: A multi-year single institution study*. En *Journal of Engineering Education*, Vol. 101.1, pp. 6-27.
- Meyer, M. and Marx, S. (2014). *Engineering dropouts: A qualitative examination of why undergraduates leave engineering*. En *Journal of Engineering Education*, Vol. 103.4, pp. 525-548.
- Nyquist, J. D., Manning, L., Wulff, D. H., Austin, A. E., Sprague, J., Fraser, P. K. y Woodford, B. (1999). *On the road to becoming a professor*. En *Change*, Vol. 31.3, pp. 18-27.
- Parsons, C.K.; Caylor, E. y Simmons H.S. (2005). *Cooperative education work assignments: The role of organizational and individual factors in enhancing ABET competencies and co-op workplace well-being*. En *Journal of Engineering Education*, Vol. 94.3, pp. 309-318.
- Prieto, E., Holbrook, A., Bourke, S., Connor, J., Page, A. y Husher, K. (2009). *Influences on engineering enrolments: A synthesis of the findings of recent reports*. En *European Journal of Engineering Education*, Vol. 34.2, pp. 183-203.
- Schmidt, C. D., Hardinge, G. B. y Rokutani, L. J. (2012). *Expanding the school counselor repertoire through STEM-focused career development*. En *Career Development Quarterly*, Vol 60.1, pp. 25-35.
- Seymour, E. y Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. En *Boulder, CO: Westview Press*.
- Sutton, K. L. y Sankar, C. (2011). *Student satisfaction with information provided by academic advisors*. En *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, Vol. 12.7, pp. 71-85.
- Tseng, T., Chen, H. L. y Sheppard, S. (2011). *Early academic experiences of non-persisting engineering undergraduates*. En *Annual conference of the ASEE*. Vancouver. Canadá.