

Panorama global de aplicación de Metodologías Activas en Estudios Universitarios de Ingeniería

Javier Sancho Saiz¹, Karle Olalde Azkorreta²

Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

¹ Dept. de Ingeniería Nuclear y Mecánica de
Fluidos
javier.sancho@ehu.eus

² Dept. Expresión Gráfica y Proyectos de
Ingeniería
karle.olalde@ehu.eus

Resumen

Este artículo pretende mostrar una visión global de la educación en ingeniería. En concreto se centra en las posibilidades que ofrecen las llamadas metodologías activas.

Hoy más que nunca los profesionales de la ingeniería deben tratar con ciertos asuntos como incertidumbres, especificaciones incompletas y solicitudes que en ocasiones pueden entrar en conflicto con los clientes, gobiernos, organizaciones medioambientalistas y el público en general. Ello requiere del profesional, no sólo unas sólidas competencias técnicas, sino también ciertas habilidades en el ámbito de las relaciones humanas. Además, los futuros profesionales deben estar preparados para adaptarse a cambios continuos debidos a razones tecnológicas u organizacionales. También, deben satisfacer las realidades comerciales de la práctica industrial en el mundo moderno, así como conocer las consecuencias legales de cualquier decisión que tomen.

Como consecuencia de estos requisitos, los estudiantes deberían recibir una educación multidisciplinar que proporcione una amplia perspectiva de los temas que conciernen a su trabajo: medioambientales, sociales y económicos. Pero además de una sólida formación técnica, los futuros ingenieros necesitan grandes habilidades de comunicación y de trabajo en equipo.

A pesar de todo ello, continúa mayoritariamente presente en ingeniería el modelo de enseñanza tradicional, basado en la clase magistral. Es por ello necesaria la introducción de un nuevo paradigma, basado en el empleo de las denominadas metodologías activas, en los planes de estudio de los grados en ingeniería.

Palabras clave: Metodologías Activas, Educación en Ingeniería, Panorama Global

Overview of Active Methodologies Implementation in Engineering

University Studies

Abstract

This article discusses about Education in Engineering from a global perspective. In particular, it focuses on the possibilities of using the so-called active methodologies.

Nowadays more than ever, professional engineers must deal with certain issues such as uncertainties, incomplete specifications and demands that sometimes may be in conflict with customers, governments, environmental organizations, and general public. This fact requires that future engineers should acquire not only technical skills but also must be skilled in human relationships. In addition, engineers must be ready to adapt to continuous change, due to both technological and organizational reasons. Also, they must be capable of satisfying the market needs, as well as knowing the legal consequences of the actions they take.

As a consequence of these requirements, they should receive a broad education that includes all subjects related to their future work, which have to include environmental, social and economic issues. But, in addition to sound technical skills, future engineers will require high communication skills and should be able to work in teams.

However, in Engineering Education it is still predominant the traditional way of learning based on lecturing. In the opinion of the authors it is necessary to introduce a new paradigm based on the so-called active methodologies, in the Engineering Degrees Curricula.

Keywords: Active Methodologies, Education in Engineering, Overall Picture

Ingeniaritza unibertsitate ikasketetan metodologia aktiboen aplikazioaren irudi orokorra

Laburpena

Artikulu honen helburua ingeniaritza hezkuntzaren ikuspegi orokorra erakustea da. Bereziki, metodologia aktiboek eskaintzen dituzten aukerak aztertzen ditu.

Gaur egun, inoiz baino gehiago, ingeniari profesionalek bezeroekin, gobernuekin, erakunde ekologistekin edo eta orokorrean jendearekin gatazka sor dezaketen hainbat gaiekin lan egin behar dute zalantzak eta osatu gabeko zehaztapenak direlarik.

Gaitasun tekniko sendoekin batera profesionalei giza harremanen alorrean trebetasuna eskatzen zaie. Horrez gain, etorkizuneko profesionalak etengabeko aldaketei egokitzeko prest egon behar dira arrazoi teknologikoak edo antolakuntzakoak direla medio.

Halaber, mundu modernoaren merkataritza beharrak asetzeko industria-praktikak eta hartutako erabakien ondorio legalak ezagutu behar dituzte. Baldintza guzti hauek direla-eta, ikasleek

diziplina anitzeko hezkuntza jaso behar dute, euren lanari buruzko ikuspegi zabalarekin: ingurumen, gizarte eta ekonomikoak.

Baina heziketa tekniko sendoaz gain, etorkizuneko ingeniariak komunikazio eta talde-lan trebetasunak behar dute. Hala ere, oraindik neurri handi batean irakaskuntza eredu tradizionalen oinarritutako ikasgai magistralak jarraitzen dute. Beraz, metodologia aktiboetan oinarritutako paradigma berri bat ingeniaritza graduen irakaskuntza planetan sartzea beharrezkoa da.

Gako-hitzak: Metodologia aktiboak, Ingeniaritzako hezkuntza, Ikuspegi orokorra

Introducción

Tradicionalmente, los planes de estudio de ingeniería han estado centrados casi exclusivamente en los contenidos, sin proporcionarse suficiente integración entre las distintas asignaturas ni ir relacionándolas entre sí. Éstas se han considerado como “compartimentos estancos”. Según señala Felder (2012), se ha demostrado por multitud de estudios de investigación en educación, que hay deficiencias importantes en los métodos tradicionales de enseñanza. Además, la industria se queja de una manera crónica de un déficit de habilidades en los graduados en ingeniería. Todo ello está provocando un debate entre la comunidad universitaria docente en ingeniería que tiene cuatro focos de interés (Felder, 2012): cómo deben estructurarse los planes de estudio de ingeniería, cómo deben enseñarse y evaluarse las asignaturas de ingeniería, quién debe enseñar y cómo debiera prepararse al profesorado. En este artículo nos centraremos en el segundo aspecto: la mejora y adaptación a las necesidades sociales del proceso de enseñanza/aprendizaje/evaluación en los estudios de ingeniería.

Sobre el abandono de los estudiantes de ingeniería.

Se viene detectando estos últimos años una cierta disminución en el interés por los estudios de ingeniería. Dicho problema se ha ido acrecentando por las elevadas tasas de abandono que han venido caracterizando a los estudios de ingeniería durante décadas. El problema estriba en que muchos profesores ven este hecho de manera positiva, ya que consideran que quienes abandonan son principalmente estudiantes que no están suficientemente cualificados para ser futuros ingenieros (Felder y Brent, 2005).

Pero esta creencia es equivocada. Estudios de investigación (Seymour y Hewitt, 1997) demuestran que la distribución de notas de quienes abandonan los estudios de ingeniería es esencialmente la misma que la de los que permanecen. Es cierto que muchos abandonan por dificultades académicas, pero otros muchos son buenos estudiantes que abandonan debido a que no están satisfechos con su formación.

Además, los profesores se suelen quejar de que sus alumnos pueden memorizar fórmulas, resolver problemas como los de clase, pero tienen dificultades para enfrentarse a cuestiones diferentes que les hagan pensar. Esta situación da lugar a que existan siempre asignaturas en las que el porcentaje de fracaso es muy elevado. Pero todo ello contrasta con el hecho de que siempre hay algún profesor que se las arregla para conseguir que sus alumnos alcancen un aprendizaje y unos resultados excelentes, consiguiendo que desplieguen interesantes habilidades de resolución de problemas, así como un pensamiento crítico y creativo. Parece ser que las deficiencias en habilidades observadas en los graduados en ingeniería son atribuibles, en parte, a lo que el profesor hace o deja de hacer en sus clases.

El foco de la educación en ingeniería debe cambiar. En vez de ser una simple presentación de conocimientos, debe darse el paso hacia una verdadera integración de

conocimientos y hacia el desarrollo de habilidades críticas. No hay que olvidarse de la premisa de que “el propósito de la educación en ingeniería es graduar ingenieros que puedan diseñar y que el diseño es una habilidad compleja” (Dym et al, 2005).

A pesar de que el objetivo de los estudios de ingeniería es que los egresados sean capaces de diseñar soluciones adecuadas para satisfacer las necesidades sociales, normalmente, los dos primeros años del plan de estudios se centran en las ciencias básicas, que sirven como base para los dos cursos de ciencias propias de ingeniería, en los que los estudiantes aplican principios técnicos a la resolución de problemas técnicos. El problema estriba en que muchos estudiantes se sienten decepcionados por esos dos primeros cursos, porque no disponen de oportunidades de creación ni de diseño y lleva a algunos al abandono de sus estudios. Una solución podría consistir (Dym et al, 2005) en la introducción de proyectos y actividades de diseño en las asignaturas de los primeros cursos, para que los estudiantes tengan ya una primera experiencia de lo que realmente hacen los ingenieros.

¿Qué dice la investigación sobre la educación en ingeniería?

Una fuente importante de ideas sobre hacia dónde debe dirigirse la formación en el ámbito de ingeniería está formada por una serie de artículos aparecidos en 2000, elaborados por Felder y colaboradores, de título “The Future of Engineering Education” (Rugarcia et al,2000; Felder et al, 2000a, Woods et al 2000, Stice et al, 2000 y Felder et al. 2000b).

El sistema educativo debe estar perfectamente adaptado a las características de la sociedad en la que se integra. Rugarcia et al (2000) indican algunos de los retos de este siglo XXI: un volumen extraordinario de información, un desarrollo tecnológico multidisciplinar,

mercados globalizados, la protección del medio ambiente, una emergente responsabilidad social, y cambios muy rápidos en la tecnología y la práctica industrial.

Componentes de la educación en Ingeniería

Para funcionar como ingenieros/as en la sociedad actual, con grandes cambios tecnológicos y organizacionales, su perfil se debe basar en 3 dimensiones (Rugarcia et al, 2000):

1) **Los conocimientos:** los hechos que saben y los conceptos que entienden

2) **Las habilidades** que usan en la gestión y en la aplicación de su conocimiento, tales como herramientas informáticas, experimentación, análisis, síntesis/diseño, evaluación, comunicación, liderazgo y trabajo en equipo

3) **Las actitudes**, que dictan los objetivos hacia los cuales se orientan sus habilidades y su conocimiento (valores personales, inquietudes, preferencias e inclinaciones).

A modo de resumen se puede concluir que el **conocimiento** es la base de datos de un ingeniero/a profesional; las **habilidades** son las herramientas que utiliza para manipular el conocimiento con objeto de lograr un objetivo fuertemente marcado por las **actitudes**.

Se deben realizar cambios significativos en la educación en ingeniería si se quiere que sean capaces de afrontar los futuros retos de su profesión.

Características de los métodos recomendables de enseñanza

Felder et al (2000a) presentan diversas propuestas sobre métodos de enseñanza que son capaces de hacer frente a los retos señalados anteriormente. Entre sus recomendaciones se encuentran las siguientes: enseñar más sobre el diseño del mundo real de ingeniería, incluyendo la gestión de la calidad, cubrir más material en áreas frontera de la ingeniería, dar formación en

habilidades de comunicación oral y escrita, así como en trabajo en equipo, proporcionar un entrenamiento en habilidades de pensamiento crítico y creativo y en métodos de resolución de problemas.

A partir de aquí, las propuestas presentadas por Felder et al (2000a) son las siguientes:

- *Formular y publicar objetivos claros de aprendizaje*, es decir, definir claramente lo que el estudiante debe ser capaz de hacer al finalizar la asignatura. Y que los objetivos cubran un amplio espectro de complejidad y dificultad, de acuerdo con todos los niveles de la taxonomía de Bloom (Bloom y Krathwohl, 1984): conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Deben incluir tanto el conocimiento del contenido como la adquisición de las habilidades que se desea desarrollar en los estudiantes. Posteriormente se profundiza en este tema.
- *Establecer la importancia y el contexto de la asignatura*, ya que los estudiantes tienden a estudiar mejor aquello que les interesa y que creen que van a necesitar conocer.
- *Equilibrar en cada asignatura información concreta (hechos, observaciones, datos experimentales, aplicaciones) y abstracta (conceptos, teorías, fórmulas matemáticas y modelos)*. En cuanto se introduzca una nueva variable, dar ejemplos de cómo puede determinarse experimentalmente. Al presentar un concepto nuevo, empezar por una demostración física o un ejemplo del mundo real. La justificación reside en que cada estudiante tiene un diferente estilo de aprendizaje.
- *Promover el aprendizaje activo en el aula*. Se entiende por aprendizaje activo cualquier cosa que ocurre en el aula que implica a los estudiantes con el material que se está presentando. Se pueden introducir actividades individuales o de trabajo en

equipo de pequeña duración en clase, tales como diseñar una estrategia para resolver un problema, dibujar un diagrama de flujo, pensar sobre aplicaciones prácticas de lo que estamos estudiando, completar un cálculo, verificar un resultado, deducir el siguiente paso en una demostración, formular una serie de preguntas sobre un material, etc. Las metodologías de aprendizaje activo hacen las clases más atractivas, tanto para el profesorado como para el alumnado.

- *Emplear el Aprendizaje Cooperativo (AC).* Por su interés se dedica un apartado posteriormente.
- *Exámenes desafiantes pero adecuados al nivel del alumnado.* Hay que tener en cuenta que para muchos de nuestros estudiantes, los exámenes son la principal motivación para estudiar. Pero si su nivel de exigencia es demasiado elevado, pueden desmotivar al alumnado. Dentro de esta categoría de exámenes inadecuados entrarían, tanto los que son excesivamente largos, como aquéllos en los que se pide la resolución de problemas que requieren habilidades que ni se han enseñado ni se han trabajado en clase. Hay que recordar que la función de los exámenes es motivar y ayudar a los estudiantes a aprender lo que el profesorado considera de interés, así como evaluar el nivel de consecución de los resultados de aprendizaje de la asignatura. Debe considerarse también la necesidad de minimizar la velocidad como un factor de rendimiento en los exámenes. Como regla se puede utilizar el proporcionar a los estudiantes un tiempo que sea el triple que el que necesita el profesor para resolverlo.
- *Que los estudiantes perciban que el profesorado está implicado en su aprendizaje.* Existe una correlación directa entre el nivel de interacción entre estudiantes y profesorado y la motivación del alumnado por aprender los contenidos de la

asignatura. Esto implica aprender los nombres del alumnado, mostrarse disponible, felicitarles por los logros conseguidos, recoger retroalimentación periódica sobre la marcha de la asignatura y utilizarla para mejorar la docencia, permitir que los estudiantes participen en las tareas de aprendizaje y en la evaluación, manteniendo en todo momento el respeto hacia ellos.

Por su interés, a continuación se profundiza en una metodología activa de gran interés: el Aprendizaje Cooperativo.

Aprendizaje cooperativo (AC)

El Aprendizaje Cooperativo (AC) (Johnson et al, 1991) (Johnson et al 1999) se basa en el empleo de grupos pequeños de manera que los estudiantes trabajen juntos para maximizar, tanto su propio aprendizaje como el de los demás miembros del grupo. La bondad del AC radica en que se incide en dos aspectos muy importantes que motivan al alumnado en su aprendizaje: la interacción entre estudiantes y la interacción entre el profesorado y los estudiantes.

Como indica (Hsiung, 2012), la evidencia empírica sugiere que los estudiantes que trabajan cooperativamente exhiben unos mejores resultados académicos que los estudiantes que trabajan solos. Estos beneficios del AC se deben más a su intrínseca superioridad más que al hecho de que los estudiantes dediquen más tiempo al estudio. El rendimiento individual de los estudiantes trabajando en el grupo aumenta según madura el equipo, ya que es inevitable un cierto nivel de conflicto dentro de los grupos en las etapas iniciales de su funcionamiento. Pero, con el paso del tiempo, los miembros se van acostumbrando a los procedimientos de trabajo en equipo y va aumentando consecuentemente su rendimiento.

Para que la cooperación funcione bien hay cinco elementos esenciales que deben incorporarse en el aula. Éstos son los siguientes:

Principales **características** del AC:

1. *Interdependencia positiva.* El docente propone una tarea clara y un objetivo grupal, de manera que o todos los alumnos “se hundan o flotan” juntos. El esfuerzo de cada miembro del grupo beneficia también a todos los demás.
2. *Responsabilidad individual y grupal.* El grupo debe asumir la responsabilidad de conseguir sus objetivos y cada miembro es responsable de cumplir con la parte del trabajo que le corresponda.
3. *Interacción positiva, cara a cara.* Los alumnos deben realizar juntos una tarea, compartiendo recursos y ayudándose.
4. *Uso apropiado de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.* El profesorado debe ayudar a los alumnos a desarrollar habilidades de liderazgo, comunicación, resolución de conflictos, gestión del tiempo.
5. *Autoevaluación del funcionamiento del grupo de una manera regular.*

Al aplicar el Aprendizaje Cooperativo se recomienda:

- Explicar lo que vas a hacer y por qué.
- Asignar trabajos a grupos de 3 ó 4 estudiantes.
- Que los grupos sean formados por el profesor. Intentar que sean heterogéneos.
- Asignar roles que roten para cada tarea: coordinador, secretario, controlador, revisor.
- Definir mecanismos de autoevaluación de los equipos.
- Individualizar la nota dentro de cada equipo.
- Establecer mecanismos de escape para grupos con dificultades.

¿Por qué usar Aprendizaje Cooperativo?

La ingeniería en general se hace de forma cooperativa, y las habilidades técnicas son a menudo menos importantes que las habilidades interpersonales para conseguir realizar el trabajo. Los estudios de investigación (Panitz, 1999; Johnson et al, 1991) han demostrado que, comparando con los alumnos que han recibido docencia tradicional, los estudiantes que han utilizado el AC tienden a tener mejores niveles de retención, mejores notas, habilidades más desarrolladas de pensamiento crítico, de pensamiento de alto nivel y de resolución de problemas, actitudes más positivas hacia la materia y mayor motivación por aprenderla, mayor autoestima, mejores habilidades interpersonales y de comunicación, menores niveles de ansiedad.

Además de utilizar AC, es conveniente diseñar experiencias de aprendizaje de características diferentes, teniendo en cuenta que no todos los estudiantes aprenden de la misma forma o responden idénticamente a métodos específicos de enseñanza. Aquellos con diferentes estilos de aprendizaje tienden a tener diferentes fortalezas, todas las cuales pueden ser vitales en la práctica de ingeniería. Por tanto conviene equilibrar las necesidades y preferencias de los distintos tipos de aprendizaje. Que todo estudiante sea “enseñado” algunas veces de una manera compatible con su estilo de aprendizaje.

Si se quiere profundizar en el AC y descubrir diferentes estrategias para la aplicación del AC en el aula se puede consultar (Sancho, 2011).

Formular y publicar objetivos de aprendizaje claros: Recomendaciones

Pero, como se ha señalado anteriormente, el primer paso a considerar es, a partir de las competencias a desarrollar en la asignatura o bloque de asignaturas, formular los objetivos de aprendizaje (concretos y evaluables) en que se plasman dichas competencias. De manera que

todo el proceso de enseñanza/aprendizaje/evaluación esté orientado a la consecución, por parte del alumno, de los objetivos de aprendizaje previstos. Se presentan algunas recomendaciones:

- En todos los cursos, incluso en primero, *incluir alguna habilidad de resolución de problemas de alto nivel* (por ejemplo, análisis multidisciplinar, diseño, pensamiento crítico) y las “habilidades blandas”: comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, preocupación social y ética.
- *Detallar los objetivos de aprendizaje al máximo*. Por ejemplo, en vez de decir que el estudiante será capaz de diseñar una planta química, listar todas las cosas que se espera que el estudiante sea capaz de hacer: investigar, estimar, calcular, crear, analizar, seleccionar, explicar, etc., el proceso de diseño de la planta.
- *Que los ejercicios de clase, las tareas para casa y los exámenes sean coherentes con los objetivos*, que hay que proporcionar a los estudiantes como guías de estudio al principio de curso y con cada tarea.
- Una vez formulados los objetivos de aprendizaje, *señalar los temas que son más importantes*.

La función de el/la profesor/a de Universidad del siglo XXI.

En este contexto, parece necesario reconsiderar la función de un/a profesor/a de universidad en el siglo XXI. Ya no se puede considerar como un mero transmisor de conocimientos, sino que su trabajo debe convertirse en un diseño de experiencias, procesos y entornos de aprendizaje. Ya que aprender “sobre cosas” no permitirá a los estudiantes adquirir las habilidades y la comprensión que necesitarán en su trabajo. Enseñar es implicar al alumnado en su aprendizaje. Necesitamos nuevas pedagogías del compromiso (Smith et al, 2005).

Los tres principios implicados en la pedagogía del compromiso son:

- El contacto entre el profesor y los alumnos
- La cooperación entre estudiantes.
- El aprendizaje activo.

Los estudiantes aprenden más cuando están intensamente implicados en un proceso educacional en el que están obligados a aplicar su conocimiento en muchas situaciones. Para ello se pueden utilizar metodologías como la ya indicada del Aprendizaje Cooperativo, o bien otra técnica que anida en aquella, denominada Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

El diseño de las experiencias de aprendizaje y el trabajo del profesor en el aula deben tener en cuenta los siete **principios de la docencia de calidad** según Chickering y Gamson, (1987) que son los siguientes:

1. Estimula el contacto entre profesores y alumnos.
2. Estimula la cooperación entre alumnos.
3. Estimula el aprendizaje activo.
4. Proporciona retroalimentación a tiempo sobre la evolución del aprendizaje del alumno.

5. Dedicar tiempo a las tareas más relevantes.
6. Proyectar ante los alumnos expectativas elevadas.
7. Respetar los diferentes talentos y formas de aprendizaje.

La interrelación entre estudiantes y profesores, dentro y fuera de clase, es el factor más importante relacionado con las experiencias positivas de aprendizaje. Si los estudiantes creen que un profesor está preocupado por ellos y tiene un fuerte deseo en que aprendan la asignatura, los efectos en su motivación a aprender y en sus actitudes hacia la materia y el profesor pueden ser profundas. Esto implica estar disponible y mantener un sentido de respeto hacia los estudiantes, individual y colectivamente. Esto es crucial, aunque se sigan el resto de las recomendaciones y aunque las experiencias de aprendizaje estén perfectamente diseñadas.

No importa cuál sea tu estilo de enseñanza, si los estudiantes creen que te preocupas de ellos, la mayoría se motivará por aprender lo que enseñas. Si das la sensación de que no te importan, da igual lo brillante y preparadas que estén tus clases, muy pocos se motivarán así.

Una vez analizada cuál es la función del profesorado en el contexto actual, se considera de interés describir y dar unas pautas sobre cuáles serían las líneas de trabajo recomendables.

El papel del profesor

Se plantean a continuación algunas sugerencias para orientar el trabajo del profesorado:

- Observar el comportamiento de los grupos, resolver dudas, plantear nuevas cuestiones a cada grupo y a toda la clase de forma colectiva.
- Planificar y organizar la situación de aprendizaje, dinamizando grupos de aprendizaje, así como propiciar el aprendizaje autónomo: motivar, mediar, sugerir, aconsejar,...

- Enseñar estrategias, proveer de recursos y materiales, establecer una relación positiva y eficaz, acompañar y hacer el seguimiento de los procesos de aprendizaje, formar en competencias sociales, evaluar procesos y resultados de forma continua y final, así como promover el espíritu de investigación y de trabajo.
- Asesorar, orientar y ayudar a superar los momentos críticos.
- Crear un clima de comunicación en el grupo.
- Ayudar al alumnado a reflexionar sobre la actividad desarrollada en el grupo.

Conclusión

El paradigma emergente de la educación en las titulaciones técnicas se basa en introducir en todo el plan de estudios problemas reales de ingeniería. Esto supone exponer al alumnado, desde el principio, a la ingeniería real. Otra línea interesante de trabajo consiste en interrelacionar varias asignaturas mediante proyectos.

Por otro lado, hasta ahora los planes de estudios en ingeniería enfatizaban en el contenido. Ahora se pide que haya un equilibrio entre contenidos y habilidades (pensamiento crítico y creativo, resolución y formulación de problemas, trabajo en equipo, comunicación, lenguas y culturas extranjeras, etc.). Esas habilidades nunca quedarán obsoletas. Sin embargo, mucho de lo que enseñamos ahora quedará obsoleto o será irrelevante cuando entren en el mercado de trabajo o después de transcurridos unos años.

En las tareas para casa y en los exámenes, conviene mezclar problemas convergentes, divergentes (varias soluciones), resolución de conflictos, interpretación y ejercicios de formulación de problemas.

Muy pocos problemas en la realidad de ingeniería tienen la forma: “dado esto, calcular eso”, en los que haya una única respuesta. Los problemas reales de ingeniería normalmente están poco definidos, no se tienen toda la información necesaria para resolverlos, y el que haya una respuesta óptima o correcta empieza con “depende”.

Por otro lado, la ingeniería es por naturaleza una empresa cooperativa, hecha por equipos de personas con diferente formación y experiencia, habilidades y responsabilidades. Es necesario, por tanto, desarrollar las habilidades asociadas al trabajo en equipo: escucha, comprensión de los puntos de vista de los demás, liderazgo sin dominación, delegación y aceptación de responsabilidades, trato con conflictos interpersonales que surgen inevitablemente, etc., ya que dichas competencias pueden ser mucho más importantes para el éxito de un proyecto que la pericia técnica. La comunicación efectiva es una habilidad que puede y debe ser enseñada.

Además, a los ingenieros debe inculcárseles valores como el deseo de participación, la preocupación por la conservación del medio ambiente, la preocupación por la calidad y la productividad y la implicación en el servicio a los demás, ya que los ingenieros toman a menudo decisiones sin tener en cuenta las consecuencias sociales, éticas y morales de las mismas. Es un fallo en el currículum de ingeniería que no aparezcan las actitudes y los valores.

Más concretamente, en este artículo se ha tratado de justificar las ventajas del uso de las metodologías activas en la ingeniería, así como su repercusión en la enseñanza y el aprendizaje, tanto desde el punto de vista del alumno como del profesor, bajo la perspectiva de los nuevos planes de estudios y las tendencias internacionales en este campo.

Referencias

- Bloom, B.S. y Krathwohl, D.R. (1984). *Taxonomy of Educational Objectives. Handook 1: Cognitive Domain*, Addison-Wesley, New York
- Chickering, A.W. y Gamson, Z.F. (1987) “Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education” *AAHE Bulletin*, marzo, p.3.
- Dym, C.L.; Agogino, A.M.; Eris, O.; Frey, D.D. y Leifer, L.J. (2005) “Engineering, Design, Thinking, Teaching and Learning” *Journal of Engineering Education*, Enero 2005, 103-120.
- Felder, R.M.; Woods, D.R.; Stice, J.E y Rugarcia, A. (2000). “The future of engineering education. II. Teaching methods that work” *Chem.Engr.Education*, 34(1), 26-39.
- Felder, R.M.; Rugarcia, A. y Stice, J.E. (2000) “The future of Engineering Education. Teaching effectiveness and educational scholarship” *Chem.Engr.Education*, 34(3), 198-207.
- Felder, R.M. y Brent, R. (2005) “Understanding Student Differences” *Journal of Engineering Education*, 94(1), 57-72
- Felder, R.M. Engineering Education: “A Tale of Two Paradigms” Disponible en <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/TwoParadigms.pdf>.
- Johnson, D.W.; Johnson, R.T y Holubec, E.T. (1999) *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires, Paidós. (1999)
- Johnson, D.W.; Johnson, R.T y Smith, K. (1991) *Active learning: cooperation in the College Classroom*. Edina, Minnesota, Interaction Book Company. (1991).
- Hsiung, Chin-Min (2012) “The Effectiveness of Cooperative Learning” *Journal of Engineering Education*, enero 2012, 101(1), 119-137.

- Panitz, T. (1999) "The motivational benefits of Cooperative Learning" *New Directions for Teaching and Learning*.n.78, Summer 1999, p.59-67.
- Rugarcia, A.; Felder, R.M.; Woods, D.R. y Stice, J.E. (2000) "The future of engineering education. I. A vision for a new century" *Chem.Engr.Education*, 34(1), 16-25.
- Sancho, J. (2011) *Taller de Aprendizaje Cooperativo para Ingeniería (2011)*. Disponible en <https://addi.ehu.es/handle/10810/9044>.
- Seymour,E. y Hewitt, H. (1997) *Talking about leaving: why undergraduates leave the sciences*, Boulder, Colorado; Westview Press, (1997).
- Smith, K.A.; Sheppard, S.D.; Johnson, D.W. y Johnson, R.T. (2005) "Pedagogies of Engagement: classroom-based practices" *Journal of Engineering Education*, enero 2005, p 1-15.
- Stice, J.E.; Felder, R.M.: Woods, D.R. y Rugarcia, A. (2000) "The future of Engineering Education. Learning how to teach" *Chem.Engr.Education*, 34(2), 118-127.
- Woods, D.R.; Felder, R.M.; Rugarcia, A. y Stice, J.E. (2000) "The future of Engineering Education. III. Developing critical skills" *Chem.Engr.Education*, 34(2), 108-117