

¿POR QUÉ APLICAR EL APRENDIZAJE COOPERATIVO Y EL APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS EN INGENIERÍA? RESULTADOS DE SU APLICACIÓN EN VARIAS ASIGNATURAS

Juan José Arrugaeta Gil
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Juanjose.arrugaeta@ehu.es

Javier Sancho Saiz
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Javier.sancho@ehu.es

Eduardo Puelles Pérez
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Eduardo.puelles@ehu.es

José Antonio Ramos
Hernanz
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Josean.ramos@ehu.es

Teodoro Rico Pastrana
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Teodoro.rico@ehu.es

Íñigo Errasti Arrieta
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Inigo.errasti@ehu.es

Unai Fernández Gámiz
Universidad del País
Vasco/Euskal Herriko
Unibertsitatea
Unai.fernandez@ehu.es

Resumen

Se analizan las razones fundamentales para la aplicación del Aprendizaje Cooperativo (AC) y del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) en Ingeniería. Se parte del análisis de las competencias demandadas por la sociedad y las empresas para dichos titulados y se realiza una revisión de la bibliografía correspondiente, las posibilidades de desarrollo de dichas destrezas mediante el AC y del ABP y se analizan los resultados obtenidos de su aplicación a varias asignaturas de cuatro titulaciones de Grado en Ingeniería en la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz, perteneciente a la Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea.

Objetivos.

El objetivo principal de este estudio consiste en el análisis de los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías del Aprendizaje Cooperativo y del Aprendizaje Basado en Proyectos en varias asignaturas de Ingeniería. Se pretende demostrar que mediante el empleo de dichas estrategias de enseñanza-aprendizaje se pueden desarrollar de una manera adecuada las competencias requeridas a los graduados en ingeniería.

Se pueden consultar diversos informes sobre las competencias que deben adquirir los graduados en ingeniería. Así, Sancho et al. (2008) concluyen que la sociedad y las empresas demandan ingenieros que tengan habilidades relacionadas con el trabajo en equipo y la comunicación, así como competencias en los tres campos de aprendizaje: cognitivo (saber), procedimental (saber hacer) y afectivo (saber ser/saber estar, actitudes, normas). Entre las muy demandadas se encuentran destrezas que normalmente no se trabajan en la formación de los ingenieros, como son la iniciativa, el espíritu emprendedor, adaptarse al cambio, adaptarse a las necesidades del cliente, tomar decisiones, ser positivo, optimista y entusiasta, documentarse, comunicarse coherentemente y efectivamente en forma oral y por escrito, liderar personas y proyectos, escuchar activamente y mostrarse con empatía, desarrollar relaciones con personas y entidades, capacidad crítica y autocrítica, organizar el tiempo y las estrategias, trabajar en equipos multidisciplinares, o planear, conducir y practicar negociaciones.

En la misma línea se encuentran las conclusiones de un “Proyecto de Investigación de demandas de la sociedad sobre competencias a lograr por el alumno egresado universitario en las Titulaciones de Grado de Psicología, Química, Ingeniería Industrial y Filología” (2007), elaborado por el Consejo Social de la UPV/EHU sobre competencias a lograr por el alumnado egresado universitario en 4 titulaciones, entre las que se encuentra Ingeniería Industrial. Entre las competencias clave a desarrollar se encuentran las siguientes capacidades:

- de comunicación, tanto en presentaciones orales como en documentación escrita.
- para organizar y planificar el trabajo.
- para resolver problemas y toma de decisiones.
- para pensar de forma creativa y desarrollar nuevas ideas y conceptos.
- para trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros.
- para aprender y autogestionar el aprendizaje.

Por otro lado, las directrices de los planes de estudio de diversos grados en ingeniería señalan que, entre otras, el alumnado debe obtener la capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería, así como para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

Se pide al futuro ingeniero que tenga una serie de competencias que es necesario desarrollar de una manera transversal en las diferentes materias que conforman el grado. La metodología tradicional de enseñanza ha incidido exclusivamente en el campo cognitivo del aprendizaje, en que el alumnado “aprenda” conocimientos, pero no se han desarrollado normalmente habilidades en los campos afectivo y psicomotor, como la creatividad, el trabajo en equipo, la toma de decisiones, la comunicación oral, etc., ya que los programas de las asignaturas han estado dirigidos tradicionalmente por los contenidos a desarrollar. Pues bien, para el desarrollo de las competencias que se requieren actualmente es necesaria la elección de una metodología de enseñanza-aprendizaje que asegure que el alumno ha desarrollado dichas habilidades y destrezas.

Vistas las características de las competencias demandadas, parece ser que la manera más coherente de desarrollarlas es el empleo de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en el trabajo en grupo. De entre ellas, la metodología del Aprendizaje Cooperativo (AC) es la que se ha utilizado en todas (excepto una) las asignaturas cuya experiencia se comentará posteriormente, debido a la efectividad contrastada, sustentada por la bibliografía, para el desarrollo de las competencias demandadas a los profesionales de ingeniería.

La definición más ampliamente utilizada de Aprendizaje Cooperativo es la formulada por Johnson et al. (1999): “El Aprendizaje Cooperativo es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás”. Para que se considere como tal el Aprendizaje Cooperativo es necesario que en la metodología docente se integren 5 ingredientes necesarios: la interdependencia positiva, la responsabilidad individual, la interacción cara a cara estimuladora, el conocimiento por parte del alumnado de técnicas interpersonales y de trabajo en equipo, así como una evaluación grupal.

Una metodología que anida en el AC y cuya aplicación se considera de gran interés en Ingeniería es la del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). El alumno debe analizar una situación profesional planteada por el profesor con el objetivo de realizar una

conceptualización, buscar soluciones eficaces para dicho proyecto. Así se pretende que, además de conocimientos (el equipo de alumnos debe evaluar qué sabe y qué tiene que aprender para desarrollar el proyecto) el alumno desarrolle actitudes y valores relacionados con el trabajo en equipo, la comunicación, la toma de decisiones, la planificación del trabajo a realizar, de manera que aprenda a autogestionarse en su aprendizaje. Es una metodología cuya implantación va siendo progresivamente mayor en Europa, Estados Unidos y Australia (de Graaff y Kolmos, 2007; Du et al. 2009; Mills y Treagust, 2003)

Las asignaturas que han participado en la experiencia, correspondientes a los grados en Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química Industrial e Ingeniería en Electrónica y Automática Industrial, han sido las siguientes:

- Fundamentos de Tecnología Eléctrica (FTE) (2º curso).
- Automatismos y Control (AC) (2º curso)
- Cinemática y Dinámica de Máquinas (CDM) (3º curso)
- Diseño de Máquinas (DM) (3º curso)
- Instalaciones eléctricas en baja y media tensión (IE) (3º curso)
- Mecánica de Fluidos (MF) (2º curso)
- Máquinas Hidráulicas (MH) (3º curso)

La metodología de enseñanza/aprendizaje empleada en cada una ha variado desde la metodología tradicional basada en clases expositivas (FTE) (cuyos resultados se ha considerado interesante incluir como punto de comparación con los resultados obtenidos en asignaturas con metodologías activas) hasta dos asignaturas (MF y MH) en las que se ha utilizado una metodología a lo largo de todo el curso de AC y ABP. En las otras 4 asignaturas (AC, CDM, DM, IE) se han utilizado en mayor o menor grado estrategias de AC, aunque en algunas de ellas ya se tiene previsto incorporar también la realización de Proyectos mediante la metodología del ABP.

Para analizar la opinión de los estudiantes se utilizó una encuesta ya validada (Ramos et al. 2011, Zubimendi et al. 2011) y cuyos resultados se muestran a continuación:

Con la metodología utilizada en la asignatura (1. Nada; 2. Escasamente. 3. Algo. 4. Mucho. 5. Totalmente.)

Asignatura	FTE	AC	CDM	DM	IE	MF	MH
Número de Alumnos	26	61	32	35	11	31	15
1. He desarrollado competencias necesarias en mi futura vida profesional	3'46	3,26	3,66	3,57	3'64	4,03	4
2. Me ha ayudado a comprender contenidos teóricos	3'42	3,76	3,34	3,29	3'73	4,16	4,07
3. Me ha ayudado a relacionar los contenidos de la asignatura y a tener una visión integrada.	3'61	3,64	3,44	3,37	3'54	4,03	3,8
4. Ha aumentado mi interés y motivación por la asignatura	3'19	3,57	3	3,23	3'82	4,26	4,27
5. Me ha ayudado a analizar situaciones de interés para la práctica profesional	3'42	3,51	3,56	3,51	3'91	4,1	4,07
6. He aprendido a investigar por mi cuenta en relación con el trabajo planteado	2'61	3,11	2,94	3,43	3'45	4,16	4,47

7. He aprendido a tomar decisiones sobre una situación real	3	3,25	3,13	3	3'82	3,84	4
8. Trabajando solo habría aprovechado mejor el tiempo y habría aprendido más	1'92	2,08	2,58	2,63	2'45	2,35	1,87
9. He desarrollado habilidades de trabajo en grupo	2'85	3,30	2,65	3	3'91	4,23	4,2
10. He desarrollado habilidades de comunicación oral	2'31	2,66	2,35	3,37	4'18	3,81	4,33
11. He desarrollado habilidades de comunicación escrita	2'23	2,66	2,56	2,91	3'64	3,74	3,53
12. El profesor me ha orientado en el proceso	3'73	3,98	3,22	3,37	3'82	4,39	4,43
13. He aprendido a resolver problemas o situaciones reales	3'23	3,56	3,22	3,11	3'91	4,32	3,67
14. La metodología seguida me ha ayudado a aprender más que con las clases normales	3'23	3,69	3	3,17	3'45	4,26	4,47
15. El sistema de evaluación ha sido adecuado a la metodología	3'19	3,43	3,44	3,37	4'64	4,19	4,27
16. Esta metodología creo que me va a ayudar a aprobar la asignatura	3	3,63	3,25	3,14	4	4,52	4,6
17. Teniendo en cuenta todos los aspectos de la metodología que hemos trabajado, mi valoración global de la experiencia es	3'42	3,87	3,44	3,49	4	4,16	4,4

Conclusiones

Como conclusión principal se puede señalar que el alumnado aprecia que, cuanto más activa sea la metodología de enseñanza/aprendizaje en la asignatura, cuanto más tiempo se dedique al trabajo cooperativo o al ABP, más se desarrollan las competencias solicitadas a los ingenieros, mejor es la valoración del proceso y mayor la motivación del alumno.

Bibliografía

De Graaff, E. y Kolmos, A. (eds) (2007). *Management of change. Implementation of problema-Based and Project-Based Learning in engineering*. Rotterdam: Sense publishers

Du, X., de Graaff, E. y Kolmos, A. (2009). *Research on PBL practice in Engineering education*. Rotterdam. Sense Publishers.

Johnson, D.W., Johnson, R.T. y Holubec, E.J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Paidós.

Mills, J.E. y Treagust, D.F. Engineering education. Is problem based or project-based learning the answer? (2003). *Australasian Journal of Engineering Educatio*. Recuperado 20 de febrero de 2013 desde http://www.aeee.com.au/journal/2003/mills_treagust03.pdf.

Proyecto de Investigación de demandas de la sociedad sobre competencias a lograr por el alumno egresado universitario en las Titulaciones de Grado de Psicología, Química, Ingeniería Industrial y Filología. 5. *Propuesta de competencias. Ingeniería Industrial*

(2007). Recuperado el 4 febrero 2013 desde <http://consejosocial.files.wordpress.com/2008/01/cometencias-ingenieria-industrial.pdf>

Ramos, J.A., Puellas, E., Arrugaeta, J.J., Sancho, J. Zubimendi, J.L. (2011). Aplicación del Aprendizaje Cooperativo en diferentes asignaturas de Ingeniería, en IX Jornadas de Redes de investigación en docencia universitaria. Alicante

Sancho, J., Gómez de Balugera, Z., Arrugaeta, J.J., Ramos, J.A., Río, R.M. y Camarero, L.M. (2008). *Estudio de investigación de las competencias demandadas y del perfil profesional requerido a los titulados de la Escuela Universitaria de Ingeniería de Vitoria-Gasteiz*. Vitoria-Gasteiz: Escuela Universitaria de Ingeniería.

Zubimendi, J.L., Sancho, J., Ruiz, M.P., Puellas, E., Ramos, J.A., Arrugaeta, J.J. (2011). Estrategias metodológicas y herramientas de apoyo en AC para el desarrollo de competencias en ingeniería. En libro de Actas de I Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y C Competitividad (CINAIC). Madrid.

Cuestiones y/o consideraciones para el debate

¿Qué razones se pueden presentar para la introducción de las metodologías del AC y del ABP en la enseñanza en ingeniería?