

LEARNING TO CARRY OUT PROJECTS THROUGH COPYING, UPDATING AND IMPROVEMENT OF OLD CHEMICAL ENGINEERING PROJECTS

Otero Mateo, M.; Portela Nuñez, J. M.; Pastor Fernandez, A.; Viguera Cebrian, J. L.;
Huerta Gómez De Merodio, M.

Universidad de Cádiz

In this present study, the work that has been carried out since 2007 in the Chemical Engineering Degree at the University of Cadiz is explained. This work represents 15% of the total value of the subject of Projects and Technical Office, which carries a total of 10.5 credits. It aims to guarantee that the student knows how to go about their final project or dissertation which will be what gives them the powers of the profession, in accordance with UNE 157001:2002 "General criteria for the elaboration of projects". Either the student is given a project or he or she must find one already carried out in order to study it and defend it as if it were their own, but at the same time bringing it up to date and improving it. Only basic engineering is required in the solution to be defended. An important part of this improvement must always be environmental management, as well as the search for an alternative improved design where possible. During the defence of the project, whenever possible, the help of a specialist on the subject will be enlisted in order to evaluate the technical parts of specific studies.

Keywords: *Project; Reengineering; Enviroment*

APRENDER A LLEVAR A CABO PROYECTOS A TRAVÉS DE LA COPIA, ACTUALIZACIÓN Y MEJORA DE ANTIGUOS PROYECTOS DE INGENIERÍA QUÍMICA

En el presente trabajo se explica la experiencia que se está realizando desde el año 2007 en la especialidad de Ingeniería Química de la Universidad de Cádiz. Esta experiencia representa el 15% del valor total de la materia de Proyectos y Oficina Técnica, que tiene un total de 10,5 créditos. Se trata de garantizar que el alumno sepa cómo hacer su proyecto fin de carrera, que será el que le de las atribuciones de la profesión, conforme a UNE 157001:2002 "Criterios generales para la elaboración de los proyectos". O bien al alumno se le proporciona un proyecto, o ha de buscar uno ya realizado, para posteriormente estudiarlo y defenderlo como si fuera suyo, pero actualizándolo y mejorándolo. Se le pide solo una ingeniería básica en la solución que ha de exponer. Una parte importante de esta mejora deber ser siempre la gestión medio ambiental, así como la búsqueda de una alternativa de diseño mejorado si es posible. Durante la defensa del proyecto, siempre que sea posible, se busca la ayuda de un especialista en la materia, para evaluar las partes técnicas de trabajos específicos.

Palabras clave: *Proyecto; Reingeniería; Medio ambiente*

Correspondencia: Manuel Otero Mateo. Escuela Superior de Ingeniería de Cádiz. C/ Chile 1.
C.P. 11002. Cádiz, España.

1. Introducción

Dentro de la Unión Europea, existe un objetivo común, consistente en sumergir a todos los países que pertenecen a ella en un nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que ha de ser homogéneo e integrado dentro de la declaración de Bolonia (Docampo, 2002).

Esto trae consigo una serie de importantes cambios en los Estudios Universitarios. Por este motivo, y en respuesta a esta nueva dinámica, los planes de estudio están padeciendo cambios importantes, que a priori tratan de conseguir una mejora sobre las metodologías aplicadas hasta el momento.

Nos centraremos en el presente trabajo, sobre todo en los cambios de metodología docente, y enseñanza orientada al aprendizaje.

Concretamente la mencionada actividad consiste en la actualización de un proyecto ya diseñado, dándole siempre a la nueva solución adoptada un matiz de sostenibilidad además de tecnológico.

Ver los pros y contras de las soluciones por las que se ha optado, en una puesta en común en grupo y con ayuda de un especialista en la materia, resulta muy satisfactorio dando una mayor amplitud de miras.

Un punto importante a resaltar dentro de la actividad que se está tratando, es la introducción de un aprendizaje más activo del alumno y fomentarle el intercambio de puntos de vistas a la solución de un problema determinado.

Se considera necesario en la asignatura de Proyectos de cualquier especialidad en la que sea cursada, la importancia de mostrarle al alumno "como" integrar los conocimientos adquiridos durante su proceso de formación.

La asignatura de Proyectos, tradicionalmente ha estado siempre relacionada con todas las especialidades de Ingeniería y Arquitectura, pero en los nuevos planes de estudio, y las nuevas titulaciones se ha introducido esta materia, en titulaciones en las que tradicionalmente no ha existido nunca.

Incluso se ha convertido en una materia que obliga al alumnado a presentar un trabajo para poder finalizar sus estudios, aunque no siempre consiga con esto las atribuciones profesionales, algo que sigue reservado a unas determinadas titulaciones.

Evidentemente, dependiendo de la titulación, este trabajo a presentar tiene una marcada orientación y forma de realizarse. Aunque, siempre pueden existir interrelaciones entre distintas titulaciones y el trabajo a presentar.

El Proyecto actual está muy afectado por una gran cantidad de distintas sinergias que hacen que el problema a resolver sea más complejo que una mera solución a un problema, y cada vez tiene un mayor carácter multidisciplinar.

Por ello es imprescindible explicarle y hacerle comprender al alumno como es necesario el concepto de aplicación de un buen criterio de selección, desde las diferentes tecnologías que son posibles aplicar para resolver el problema planteado, hasta detalles concernientes al mantenimiento posterior de la solución adoptada, pasando por soluciones mixtas a aplicar en la resolución.

La orientación planteada al alumnado en la búsqueda de la mejor solución posible al proyecto que han de modificar, es la medioambiental y tecnológica, teniendo en cuenta la carga económica positiva o negativa que esta solución puede traer consigo.

En los proyectos propuestos se intenta fomentar a un nivel básico, la adquisición de un conocimiento más transversal a los propios de la Ingeniería Química, recordando con esto un poco el espíritu renacentista.

Se trata, también de hacer ver al alumno las consecuencias que puede acarrear una toma de decisiones durante el proceso de diseño en el entregable final.

Se potencia el autoaprendizaje por parte del alumno por sus propios medios, así como la consulta con otros alumnos de otras titulaciones que puedan afectar al resultado final de su entregable.

Dado, que cada opción seleccionada tiene una parte positiva y otra negativa, éstas se han de valorar cuidadosamente por el grupo que está trabajando sobre el problema planteado, y explicar los motivos de su elección, teniendo en cuenta la premisa de que la solución real a un problema suele ser la menos mala de todas las planteadas.

Por todo ello, el alumno necesite tomar un papel más activo en su proceso de aprendizaje, y no solo buscar la primera solución que cumpla con el código/norma que le afecta, ha de mostrar su proceso de selección entre al menos tres alternativas que se ha planteado para la resolución de su problema.

La búsqueda de una cierta interdisciplinariedad en la búsqueda de soluciones a los proyectos planteados, no se limita sólo a la búsqueda de conocimientos, incluye también la adquisición de un sistema de hábitos, habilidades y competencias que pretenden ser el resultado de un proceso de enseñanza-aprendizaje (Marin, 1979).

La forma de evaluación ha cambiado dentro de la unidad de medida que llamamos crédito, y en estos momentos se ha realizado una estimación del esfuerzo que ha de realizar el estudiante en su puesto de trabajo, siendo esto una parte importante para su evaluación (Ibarra y Rodríguez, 2010).

Por tanto, aunque el docente es quién realmente sigue siendo quién mide el proceso de aprendizaje del alumno, el seguimiento que tiene este ahora es mayor.

Otras de las premisas que se han de seguir es la de facilitar la asimilación de la materia de forma progresiva, vigilando como se lleva a cabo el proceso de aprendizaje y comunicándole al alumno los logros conseguidos.

También es importante la valoración conjunta, tanto de los conocimientos alcanzados por el alumno como de las competencias alcanzadas por este durante el periodo de formación de la materia estudiada (Brown y Glasner, 2003).

Se trata de conseguir los objetivos de alcanzar unos conocimientos requeridos y unas competencias en el trabajo propuesto, y esto se mide por medio de una mini evaluación dentro de la evaluación global de la asignatura.

Para ello, se procede a la presentación y defensa del trabajo realizado, ante el resto de compañeros, esto puede realizarse en la clase donde se imparte la docencia o preferiblemente en otra aula. En el tribunal evaluador del trabajo propuesto en clase se encuentran presentes: el profesor encargado de la asignatura, otros profesores del área, becarios de investigación y a veces un especialista externo sobre el tema a tratar, Figura 1.

Tras la defensa y por medio de una rúbrica sencilla dada a conocer desde el principio, se valora la solución dada al trabajo propuesto (Andrade, 2005).

Parte de esta valoración es una co-evaluación entre iguales y del profesorado a cada grupo, para que posteriormente cada participante del grupo que defiende el trabajo de una auto evaluación de su trabajo en el grupo.

Los cursos que han seguido la materia durante los últimos 5 años, han estado compuestos de una media de 33 alumnos, los cuales suelen formar unos 8 grupos de trabajo de unos 4 miembros por grupo y por año en la titulación de Ingeniero Químico.

Figura 1: Defensa por grupos de trabajo del proyecto actualizado ante parte de los evaluadores



Estos grupos reducidos no suelen tener problemas al trabajar.

Los objetivos generales del aprendizaje que se pretenden alcanzar con los alumnos en esta experiencia son:

- Potenciar las habilidades de comunicación del alumno con su entorno.

- Potenciar la autogestión y planificación del alumno, que esta sepa que es lo que pretende hacer antes de empezar a ciegas.

- Potenciar la comunicación dentro del equipo y las reuniones eficaces del grupo por medio de periodos prefijados.

- Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad.

- Capacidad de analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas.

- Capacidad de manejo de especificaciones, reglamentos y normas

2. Metodología

La metodología seguida es una mezcla de innovación docente con la metodología clásica de la asignatura de Proyectos.

Básicamente, se propone a los alumnos trabajar sobre un proyecto ya realizado, con esto se les obliga a ver un proyecto de forma completa, con todas sus partes y la forma de realizarlo.

Los alumnos de todas formas conocen la UNE 157001:2002, pues es lo primero que ven al comenzar el curso en octubre, y esta parte de la asignatura comienza a desarrollarse a partir de febrero.

Pero el proyecto sobre el que trabajan puede tener 40 años de antigüedad, por lo que han de actualizarlo a la legislación y normativa actual para hacerlo viable.

Además una premisa que ha de cumplir esta actualización es hacerlo lo más respetuoso posible con el medio ambiente, tanto en consumos, como en emisiones, etcétera.

Lo más frecuente es hacer trabajar a todos los grupos que conforman el curso en un solo proyecto, aunque a veces se han propuesto dos distintos.

La ventaja principal de trabajar todos sobre un único proyecto, es que a la hora de tener que buscar a un especialista sobre la materia tratada (por ejemplo un proceso específico de refinería), este puede atender a todo el mundo y no hay que estar buscando varios especialistas en distintos campos.

También tiene la ventaja de poder ver una mayor variedad de propuesta de soluciones y selección de alternativas al problema planteado.

La última ventaja es que todos los implicados tienen asignado el mismo problema, por lo cual a la hora de discutir la mejor opción elegida para solucionar el enunciado, todos los grupos conocen la materia por haberla tratado y esto simplifica el camino de selección final de todas las propuestas.

Cada grupo ha de tomar el proyecto que se le entrega como si fuera propio, y defenderlo, pero en esa defensa ha de introducir todos los cambios que considere oportuno, para poder cumplir con lo que se le solicita.

La asignatura carece de prácticas de campo. Pero siempre que es posible se recurre a otras titulaciones que si realizan estas prácticas, y en el caso de quedar plazas libres en estas, son usadas para los alumnos de Ingeniería Química que estén interesados en realizarla, con lo que se trata de minimizar costes.

Es fundamental hacer recapacitar al alumno en el respeto por el medio ambiente, incluso mostrándoles que aunque es necesario tener en cuenta la técnica medioambiental convencional (por ejemplo controles adicionales y depuración), esto no es suficiente. Hay que corregir en la fase de diseño todo lo que sea posible y no posteriormente.

En la fase creativa del diseño es donde realmente se ha de tomar la decisión correcta, para luego no tener que poner un parche a la instalación, o tener que rehacerla. Los alumnos han de tener en cuenta esto, al modificar el proyecto que se les entrega.

En cierta medida también se busca que los grupos de trabajo se repartan tareas, y sus componentes tengan un aprendizaje colaborativo, pues todos los componentes han de saber pormenorizadamente la razón de la solución final de su trabajo, y las hipótesis de partida (Barkley, Cross y Major, 2007).

Se parte de conceptos como, hacer ver la importancia que tiene la minimización de residuos en origen, o la recuperación de las materias primas, o el ciclo de vida de los productos, etc., los cuales forman parte de la base de la sostenibilidad y respeto hacia el medio ambiente que se ha de conseguir.

Por estos motivos resulta de vital importancia concienciar a los alumnos de la importancia que tiene en el diseño, la elección de equipos, materiales, así como la vida útil del proyecto en conjunto para valorar la inversión a efectuar.

Usualmente se han utilizado proyectos con una edad comprendida entre quince a veinte y cinco años de antigüedad, pero uno de los proyectos actualizados tenía 34 años en el momento en el que fue repartido.

La defensa por parte del alumnado de su proyecto completo y actualizado, que también ha de contar con el parámetro de sostenibilidad introducido, se suele hacer en clase, lo cual no quita que alguna vez se realice en otra clase que tiene otros medios para poder reunirse de una forma totalmente distinta.

En esta defensa asiste siempre que es necesario el especialista en la materia tratada, incluso se ha dado el caso de la asistencia de algún alumno que gran experiencia en esa materia, como puede ser refinería, y que conoce de forma detallada algunos de los procesos en los que se han estado trabajando.

Con la metodología seguida se trata que el alumno adquiera las siguientes competencias transversales en la asignatura impartida:

Sensibilidad medioambiental (no “greenwashing” o “green marketing”), debido a la preocupación social, cuyo reto radica en combinar ese cuidado del entorno con un crecimiento económico continuado y de manera sostenible a largo plazo.

Capacidad de aprendizaje autónomo del alumno a partir de los conocimientos previamente adquiridos para emprender estudios posteriores y para el desarrollo continuo de su carrera profesional.

Capacidad de razonamiento crítico ante distintas posibles soluciones planteadas ante un mismo problema a resolver, con la consecuente toma de decisión valorando los pros y contra de su elección, selección de la solución menos mala al problema planteado en definitiva.

Acostumbrar al alumno a trabajar en equipos de personas, el esfuerzo común es el que consigue los objetivos marcados.

Acostumbrar al alumno a organizar su trabajo dentro de un tiempo determinado para alcanzar unos objetivos fijados.

Capacidad de comunicar y transmitir con fluidez la solución del problema planteado, una solución buena mal explicada puede quedar seriamente mermada ante otra solución peor pero mucho mejor explicada.

3. Resultados

Los resultados obtenidos a partir de la metodología aplicada son, en un alto porcentaje, bastante satisfactorios.

A partir de un proyecto común para todos los grupos, o de un par de proyectos repartidos entre los distintos grupos, se consigue que los alumnos vean de cerca la estructura completa de un proyecto, y que la trabajen para realizar otro, que realmente es el mismo, pero actualizado.

En el tratamiento de la información que posee el alumno, y en la búsqueda de la nueva información que necesita, para resolver el problema que se le plantea, se trata de ir despertando la curiosidad del alumno en temas complementarios con su formación adquirida, para que trabajando en grupos desarrollen nuevas ideas y soluciones alternativas a las más comunes.

En ciertos temas de ahorro energético, que no son específicos de su formación. Suelen pedir ayuda e interesarse por nuevas tecnologías, para aunque sea con un número

aproximado tratar de calcular el ahorro que supondría por ejemplo la sustitución de la luminarias en una instalación de la industria química.

Cambios de combustibles en calderas, o reemplazo de componentes en una instalación por otros con mayor eficiencia, suele ser las soluciones que la mayoría de los grupos dan al problema planteado.

Usos mixtos con energías renovables en algunos proyectos, también han sido una parte de las soluciones aportadas.

Aproximadamente, a un tercio de los grupos, se le ha tenido que reconducir, por empezar a querer realizar un trabajo mucho mayor que el requerido en la asignatura. Han demostrado interesarse bastante por el tema, e incluso querer realizarlo de una forma pulcra.

De los dos tercios restante, aproximadamente entre un sexto y dos sextos de esos grupos, se le ha tenido que incitar a la búsqueda de información y activación del trabajo, por parecer que se encontraban en un estado semi-inerte.

Durante el presente curso, y en el momento en el que se está cerrando este artículo, la proporción de grupos en estado vegetativo es alarmante, aparentemente están dejando el trabajo para última hora comparado con los cursos precedentes. En estos momentos se está recurriendo a un proceso de reactivación de grupos.

Cabe hacer mención especial, a ciertos problemas detectados en los estudios económicos de las soluciones adoptadas finalmente.

Usualmente, los grupos de trabajo se suelen centrar solo en lo relativo al ahorro energético y en el tiempo que la inversión puede ser rentable, pero suelen dejar de lado los costes asociados que tiene ese elemento durante su funcionamiento, como puede ser su mantenimiento. Esto puede hacer más favorable el cambio propuesto, o rebajar las expectativas de amortización.

El rendimiento del equipo también suele ser tenido en cuenta en los estudios que presentan.

En los proyectos que no lo contemplan, la reutilización del calor residual e incluso un cambio en el propio proceso también han sido propuestos.

Para el estudio de esos cambios de proceso, tenemos que contar siempre con un especialista en la materia, dado que ninguno de los que impartimos clase en el área de proyectos somos Ingeniero Químico.

Algunos grupos de trabajo llegaron incluso a realizar el ejercicio teórico de cuantificar la reducción de emisiones de CO₂ a la atmósfera debido a la solución adoptada por ellos en el trabajo presentado.

En general, el alumnado suele salir bastante satisfecho de la experiencia y reconoce lo que ha aprendido, aunque suelen tener unos comienzos un poco despistados y trabajado más de lo esperado.

Básicamente las competencias que se trata que adquiera el alumno en la gestión del proyecto que han tenido que modificar para la asignatura impartida son:

Formular conceptos básicos de los sistemas de producción y fabricación, para ello han de realizar los cambios que sean necesarios basándose en un proyecto ya realizado.

Organizar y gestionar una ingeniería básica de un problema determinado, pues se han de involucrar en una estructura organizativa ficticia para poder realizar su proyecto. Por este motivo uno de los componentes del grupo, además de realizar una parte de la modificación pedida al proyecto, se dedica a la dirección y control del equipo constituido, su planificación y organización.

Saber valorar las distintas alternativas técnicas que se plantean en la modificación para elegir la más adecuada a las directrices que se han de seguir, en nuestro caso los deseados respeto medioambiental, costes y producción.

4. Conclusiones

Dentro de las conclusiones que podemos sacar en los últimos 5 años, se puede decir que aunque hay una gran parte común a todo este periodo de tiempo, durante alguno de los cursos impartidos se han producido ligeros cambios con ciertas peculiaridades que han afectado a distintas partes de los trabajos, ya sea bien durante su realización o durante la defensa.

El principal problema ha sido contar con un especialista para comprobar partes muy concretas de los diseños propuestos algunos cursos.

Un problema muy particular y que es endémico de la titulación con la que se está realizando la experiencia que se expone en este artículo, es la puesta al día de la normativa y legislación vigente del proyecto que están actualizando, que no terminan de realizarla completamente.

El proceso seguido de hacer trabajar al alumnado sobre un proyecto ya realizado, pero que debido a varias causas, como puede ser el cambio de la tecnología disponible cuando fue diseñado y la actual, o el cambio de mentalidad en el gasto energético de la solución adoptada, u la optimización del proceso, hace que el alumno experimente el proceso de retroalimentación tan necesario en el proceso creativo del proyecto, de una forma un poco distinta a cuando ha de partir de cero.

Esta metodología evidentemente lo hace centrarse y lo guía para cuando tenga que realizar su Trabajo Fin de Grado o Proyecto fin de Carrera.

La defensa de la propuesta que realiza cada grupo de trabajo al problema planteado, y las opiniones del experto en la materia, cuando se puede contar con él, y del resto de los alumnos, enriquece el trabajo final, y muestra el porqué de la elección de una u otra solución.

La metodología de adquisición o pérdida de puntos en la puesta en común a la solución del problema tras su defensa, hace en general a los grupos participar y defenderse de una forma más intensa. Esta metodología aparentemente ha dado un resultado más satisfactorio cuando el curso completo se ha centrado en un solo proyecto y no en varios. Esto es debido en buena parte al mayor conocimiento que tiene el conjunto de la clase sobre el tema en concreto

El uso también de la metodología de autoevaluación y co-evaluación permiten al alumno que éste sea capaz de reflexionar de una manera crítica sobre lo que ha estado haciendo, esto al final incide de forma positiva en su proceso de formación.

La adquisición de las competencias de trabajo en equipo con la puesta en común y autoevaluación y la posterior defensa de los proyectos al resto de los integrantes del curso para la co-evaluación y evaluación final con el docente, permite una ampliación de las aptitudes de aprendizaje y autoaprendizaje que serán necesarias después de los estudios académicos para un correcto desarrollo de la profesión.

Que el alumno tenga en la rúbrica como va a ser evaluado en esta parte de la asignatura, le suele restar ansiedad, y a la vez le hace focalizar sobre aspectos importantes que ha de tener en cuenta durante la elaboración de su entregable, y que quizás de otra manera descuidaría más.

Curiosamente durante estos cinco últimos cursos, todos los alumnos matriculados en la materia, prefieren tener que trabajar en este tipo de experiencia con un proyecto, y que ello le suponga el 60% de la nota de esta parte de la asignatura, que realizar un examen teórico que le suponga el 100% de la nota de esta misma parte de la asignatura.

Aparentemente no importa que el trabajo a realizar sea mayor que en el caso de las evaluaciones de tipo convencional, lo importante, para una parte elevada del alumnado es evitar hacer el examen tradicional, y sacar la máxima nota posible por otros medios, evidentemente, este hecho es en sí mismo una circunstancia que nos ha de dar que pensar en una especie de miedo escénico a la prueba teórica aunque esta requiera menos esfuerzos.

En estos momentos, en los que nos encontramos en la adecuación de los estudios al EEES, y donde la evaluación ha de tener un carácter más continuo, es quizás donde este tipo de actividades parece que tienden a tener un papel más importante.

Estimular y motivar la participación del alumno por medio de explicaciones parciales, que actúan como un “cebo” para que dicho alumno empiece a investigar por sus propios medios en la materia, es también una técnica que está dando un resultado satisfactorio, sobre todo en tecnologías un poco más vanguardistas.

Uno de los fines que se trata de conseguir, es introducir al alumno en un aprendizaje en equipo, dentro de una actividad interdisciplinar en la cual ellos mismos han de llevar una gestión del tiempo que luego han de comentar si la han cumplido, o no, y en caso de no cumplirla con que grado de incumplimiento han incurrido.

Potenciar el aprendizaje-enseñanza entre los componentes del grupo y supervisarlo desde el exterior en reuniones periódicas llevan a mejorar el autoconocimiento de las capacidades de cada uno de los integrantes del grupo. Esto también ayuda a reconocer las deficiencias que la mayoría de las veces se pueden cometer por desconocimiento, siendo una posible herramienta para evitar que ocurran.

El trabajo de tutoría con esta metodología, es muchísimo más intenso, pero permite un estrecho control sobre el alumnado.

Con esto, se trata de conseguir una formación integral del alumnado en conocimientos, valores y actitudes, además de convertir al alumno en el punto sobre el que gira todo el proceso educativo, el logro total es algo que se trata de mejorar cada año.

Resulta bastante curioso observar como una mayoría del alumnado tiende a creer que tiene menos conocimientos de los que realmente tiene, a la par que les cuesta bastante plantear el problema a resolver. Esto se debe quizás a la costumbre adquirida durante años de resolver un problema dado, y no de realizar el planteamiento de un problema para su posterior resolución.

La resolución de estos proyectos con una pequeña componente multidisciplinar de forma grupal, tiende a favorecer la autoestima, reconocer las sinergias que se dan, desarrollar la autoevaluación y el autoconocimiento, en definitiva el desarrollo personal del alumno.

También es digno de mención como en la experiencia previa que dio origen a la que se está comentando, la tendencia era y sigue siendo actualmente, efectuar la resolución del problema buscando la salida rápida y fácil. Esta respuesta aunque pudiera ser una respuesta completamente válida, no tiene a veces en cuenta otros factores que pueden intervenir, y que pueden dar opción a otra respuesta distinta y que pueda ser mejor que la primera opción elegida. Por ello tras detectarse este problema, en la solución que ha de proponer el grupo, tienen que realizar siempre un análisis de soluciones de un mínimo de tres posibles soluciones.

En una materia como es Proyectos de Ingeniería es evidente que hay que tener en cuenta muchos factores antes de decidir la solución final, luego defenderla y comprobar su viabilidad económica.

Tras la realización y entrega del trabajo, aparentemente el alumno obtiene una mejor visión del mundo real, y de las herramientas que se pueden aplicar para conseguir nuevos retos de sostenibilidad y actualización de proyectos en su especialidad.

Se trata de conseguir que el alumno consiga un valor añadido en su formación, al llevar a cabo el trabajo en equipo y observar como cada miembro de ese equipo enfoca inicialmente un problema desde un punto de vista diferente, según un rol que ha de seguir y con el cual a de pedir ayuda si lo necesita, aunque la formación básica del grupo en sí es la misma, siendo esto algo que experimentarán en el trabajo en equipos multidisciplinares.

Los objetivos propuestos de concienciación medioambiental, conocimiento transversal, autoaprendizaje y búsqueda de la información por parte del alumnado se están consiguiendo de forma muy satisfactoria al comprobar entre ellos mismos como encontrar la solución menos mala a un problema.

5. Referencias bibliográficas

- D. Docampo (2002), La Declaración de Bolonia y su repercusión en la estructura de las titulaciones en España, *Jornades de treball l'UPC fa Europa*. Retrieved from: <http://www.upc.es/upcfaeuropa/catala/documents/reflexio/Bolonia.pdf>
- E. Barkley, K. P. Cross, C. H. Major (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo*, Madrid: Ediciones Morata.
- H. Andrade (2005). Teaching with rubrics: The good, the bad and the ugly, *College Teaching*, 53(1), 27-32.
- Ibarra Sáiz, M.S. y Rodríguez Gómez, G. (2010). Los procedimientos de evaluación como elementos de desarrollo de la función orientadora en la universidad. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 21(2), 443-461.
- Ricardo Marin Ibanez (1979). *Interdisciplinaridad y enseñanza en equipo*. Madrid: Paraninfo.
- S. Brown, A. Glasner (2003). *Evaluar en la Universidad. Problemas y nuevos enfoques*. Madrid: Narcea S.A. de Ediciones.