

Chemical Engineering European Project Semester: una propuesta internacionalizadora para la enseñanza de la Ingeniería Química



María José Rivero Martínez

Profesora del Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular de la Universidad de Cantabria
riveromj@unican.es



Eugenio Bringas Elizalde

Profesor del Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular de la Universidad de Cantabria
eugenio.bringas@unican.es



Antonio Domínguez Ramos

Profesor del Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular de la Universidad de Cantabria
antonio.dominguez@unican.es



Inmaculada Ortiz Uribe

Profesora del Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular de la Universidad de Cantabria
ortizi@unican.es

| Fecha presentación: 23/07/2014 | Aceptación: 11/11/2014 | Publicación: 23/12/2014

Resumen

Los universitarios españoles son conscientes de que deben introducir una dimensión internacional en su currículo. Se plantea una alternativa al programa ERASMUS + denominada *internacionalización en casa*. En el Grado en Ingeniería Química (GIQ), de la Universidad de Cantabria se ha puesto en marcha el *Chemical Engineering European Project Semester* (CE-EPS), que permite la realización de tres asignaturas en inglés así como un trabajo en grupo que servirá de base para la elaboración del trabajo fin de Grado (TFG) en un entorno íntegramente en inglés. El programa se ha implantado por primera vez durante el curso 2013-2014 con la participación de 8 alumnos españoles y 2 extranjeros. Todos los participantes han finalizado satisfactoriamente sus estudios.

Palabras clave: Enseñanza universitari,. Internacionalización, Formación en ingeniería

Resum

Els universitaris espanyols són conscients de la necessitat d'introduir una dimensió internacional en el seu currículum. S'ha creat una nova alternativa al programa ERASMUS que bé podem anomenar *internacionalització a casa*. En el grau d'Enginyeria Química de la Universitat de Cantabria es proposa un nou programa *Chemical Engineering European Project Semester* (CE-EPS). Consta de tres assignatures a més d'un treball en equip que serà l'inici del Projecte Final. Totes aquestes activitats es desenvoluparan en anglès, en un entorn internacional. El programa s'ha implantat per primera vegada durant el curs acadèmic 2013-2014 amb la participació de 8 alumnes espanyols i 2 estrangers. Tots els participants ha finalitzat amb èxit els estudis.

Paraules clau: Ensenyament universitari, Internacionalització, Formació en enginyeria

Abstract

Spanish university students are aware of the need of introducing an international dimension in their curricula. A new alternative to the ERASMUS + program that can be named *internationalization at home* has been created at the University of Cantabria. The Chemical Engineering degree offers the *Chemical Engineering European Project Semester* (CE-EPS) program. It consists of three subjects plus a team work that will end with the Final Project. All these activities will be developed in English. The program has been implanted for the first time during the academic year 2013-2014 with the participation of 8 Spanish students and 2 foreigners. All participants have successfully completed their studies.

Key words: University education, Internationalization, Training in engineering

1. Introducción

Parece haber consenso entre los distintos actores de la educación superior, sobre la necesidad de que los profesionales hoy en día cuenten con competencias y conocimientos que les permitan desenvolverse y trabajar en un mundo globalizado, interconectado y multicultural. Una de las opciones para lograr estos propósitos de formación, es promover acciones de movilidad internacional que le den al estudiante la oportunidad de vivir una experiencia académica en otro país.

En la actualidad, los universitarios españoles son conscientes de esta necesidad ya que las oportunidades de trabajo fuera del país de origen se están incrementando considerablemente. Además, muchos ingenieros pueden que trabajen en más de un país o en el mismo pero con equipos multinacionales y multiculturales. Es esencial que en su formación, desarrollen habilidades como el aprendizaje autónomo, participación en proyectos, trabajo en grupo, etc. pero además es deseable que éstas también se desarrollen en un contexto internacional; por tanto, es necesario disponer de las herramientas adecuadas para conseguirlo.

Muchos estudiantes consideran que la movilidad internacional es parte esencial en su formación y una primera opción es participar en el marco del programa ERASMUS+. Esta denominación proviene del acrónimo del nombre oficial en inglés: *European Region Action Scheme for the Mobility of University Students*, o lo que es lo mismo el "Plan de Acción de la Comunidad Europea para la Movilidad de Estudiantes Universitarios". El nuevo programa ERASMUS+ se enmarca en la estrategia Europa 2020, en Educación y Formación 2020 y en *Rethinking Education* y engloba todas las iniciativas de educación, formación, juventud y deporte. Se centra en el aprendizaje formal e informal más allá de las fronteras de la UE, con una clara vocación de internacionalización abriéndose a terceros países con el objetivo de mejorar las capacidades educativas y formativas de las personas para la empleabilidad de estudiantes, profesorado y trabajadores (Organismo Autónomo Programas Educativos Europeos, 2014).

Sin embargo, la implementación de dicho programa presenta algunos obstáculos. En primer lugar, los alumnos que se reciben en la universidad española en la mayoría de las ocasiones no hablan el idioma en el que se desarrolla la actividad docente y tienen dificultades para adaptarse al ritmo habitual de las clases. El segundo es para los alumnos que quieren salir de España ya que algunos tienen problemas para vivir en el extranjero sólo con la dotación asignada en el marco de los programas de movilidad académica.

Como solución a las dificultades detectadas en el marco de la movilidad académica surge el concepto de *internacionalización en casa* (*internationalization at home, IaH*). La Asociación Europea para la Educación Internacional (EAIE) recoge este término y establece que se centra en la internacionalización del currículum de los estudiantes, en concreto, de los que no participan en programas de movilidad. Así mismo, establece que hay diversidad de herramientas como son las clases internacionales, movilidad virtual, profesores invitados y trabajos de investigación con un enfoque internacional (Asociación Europea para la Educación Internacional, 2014).

El Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Cantabria permite esta opción gracias a la herramienta que se ha denominado *Chemical Engineering European Project Semester* (CE-EPS). Este módulo de formación se basa en algunas de las ideas del European Project Semester (EPS)

que puso en marcha el Dr. Arvid Andersen en Helsingør (Dinamarca) en 1995 (Campos et al., 2012). El objetivo de este trabajo es mostrar cómo se ha implementado este programa y algunos resultados del primer año de la experiencia.

2. Origen del European Project Semester (EPS)

El EPS es un programa ofrecido por 13 universidades europeas en 11 países destinado a estudiantes que al menos hayan completado dos cursos. En principio está orientado a alumnos de ingeniería, aunque puede alimentarse también de estudiantes de otras disciplinas. Se plantea con cursos orientados a la elaboración de proyectos y se basa en el aprendizaje a través de problemas. Los participantes se organizan en equipos de 3 a 6 personas y tienen que aprender a tomar un papel activo en su proceso de aprendizaje a la vez que desarrollan habilidades de tipo comunicación y relaciones interpersonales (European Project Semester, 2014).

Hay 10 reglas de oro:

- 1) Se trabaja en inglés.
- 2) En cada grupo debe haber gente de diferentes nacionalidades.
- 3) Idealmente, aunque no necesariamente, el proyecto debe ser multidisciplinario.
- 4) La carga docente debe ser de 30 créditos ECTS desarrollados en 15 semanas.
- 5) El proyecto debe llevar asociado un mínimo 20 ECTS y las asignaturas entre 5 y 10 ECTS.
- 6) El trabajo en equipo es fundamental.
- 7) Las asignaturas deben estar relacionadas con el proyecto.
- 8) Las asignaturas deben incluir *Teambuilding* y Gestión de Proyectos al principio del semestre.
- 9) La supervisión del proyecto debe ser tanto sobre el producto como sobre el proceso.
- 10) Debe haber evaluaciones continuas y un informe final.

En la literatura pueden encontrarse resultados de algunas experiencias como es el caso del Instituto Politécnico de Oporto (Melheiro et al., 2013) o la Universidad Politécnica de Cataluña (Segalás et al., 2011; Segalás et al., 2012). En el caso de Oporto destacan algunas innovaciones como el uso de una wiki como principal vía de comunicación entre profesores y alumnos (<http://www.eps2014-wiki1.dee.isep.ipp.pt/doku.php>); mientras que en Cataluña, se realiza especial énfasis en adoptar un enfoque de sostenibilidad a todo el proyecto.

Tomando este programa como modelo y en respuesta a la problemática social, en la Universidad de Cantabria se ha planteado incluir el CE-EPS como una opción para que los alumnos del Grado en Ingeniería Química puedan desarrollar las competencias necesarias para ejercer la profesión de ingeniero en un entorno globalizado como el actual siguiendo las directrices de los sistemas internacionales para la acreditación de la calidad de los planes de estudio (ABET, 2011).

3. Presentación del plan de estudios del grado en Ingeniería Química en la Universidad de Cantabria

El título de Grado en Ingeniería Química en la Universidad de Cantabria se corresponde con la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) del núcleo formativo básico de la formación en Ingeniería Química (título de Ingeniero Técnico Industrial especialidad Química Industrial e Ingeniero Químico homologados el 07/27/1994 y el

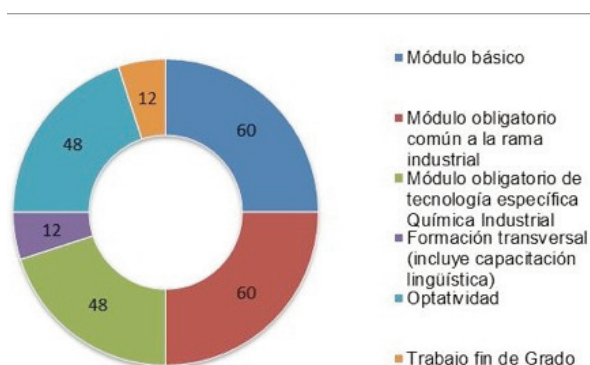


Figura 1. Distribución de créditos en el plan de estudios del Grado en Ingeniería Química en la Universidad de Cantabria

04/12/1994), que se venían impartiendo en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y Telecomunicación (ETSIIyT) desde el curso 1994 y 1995 respectivamente. Además, el plan de estudios de Ingeniería Química fue adaptado al EEES mediante un plan piloto, que en el curso 2009-2010 alcanzó el quinto curso.

En la elaboración del nuevo plan de estudios se ha seguido el libro blanco de la titulación (ANECA, 2005), así como la Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial (España, 2009), junto con algunas consideraciones establecidas por la propia universidad para el conjunto de sus titulaciones como que todas las asignaturas sean de 6 créditos y se dediquen 12 a la formación transversal. Así, el plan de estudios ha quedado estructurado como se recoge en el correspondiente BOE (España, 2014) y se muestra gráficamente en la Figura 1.

Cabe destacar, que en la parte de optatividad se han incluido asignaturas con una orientación en Ingeniería Química avanzada, en las que se profundiza más en ingeniería del reactor químico, optimización y control o tecnologías avanzadas de separación, u otras orientadas hacia la sostenibilidad y temas ambientales.

Un factor diferencial dentro de las asignaturas optativas es que tres de ellas se imparten en inglés: Advanced Separation Processes, Life Cycle Assessment y Wastewater Treatment. El haber cursado asignaturas en este idioma junto con el requerimiento de la Universidad de Cantabria de tener al menos un nivel B1 acreditado, tiene como objetivo que los estudiantes se gradúen con un nivel estándar equivalente al B2.

En concreto los alumnos podrán adquirir dicha capacitación de varias formas: i) acreditando un nivel B2 de inglés, ii) acreditando un nivel B1 de inglés y nivel B1 en cualquier otra lengua no oficial en el territorio español o iii) acreditando un B1 en lengua inglesa y superando, además de la asignatura básica de inglés, 12 ECTS en lengua inglesa o en otra lengua, siempre que ésta no sea oficial en el territorio español incluyendo al menos una asignatura del plan de estudios. Con esto, el CE-EPS ha sido reconocido como elegible por los alumnos para poder optar a la capacitación lingüística exigida por la Universidad de Cantabria para poder acceder a un título de grado.

También se han incluido prácticas formativas integradas en el plan de estudios (curriculares) para que los estudiantes puedan desarrollar tareas principalmente en empresas con

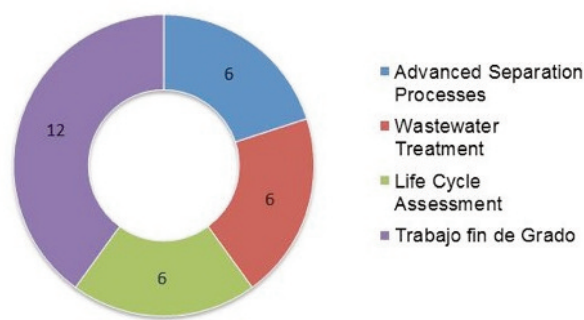


Figura 2. Distribución de créditos en el CE-EPS

una correspondencia en créditos ECTS. Al estar configuradas como actividades académicas el control y el seguimiento son fundamentales.

Este plan de estudios permite a los alumnos que finalizan el Grado en Ingeniería Química en la Universidad de Cantabria presentar en su expediente, de modo adicional, el haber cursado asignaturas en inglés, haber realizado prácticas en empresa curriculares y disponer del certificado de haber participado en el CE-EPS.

4. Chemical Engineering European Project Semester en la Universidad de Cantabria

En la Universidad de Cantabria se ha tomado como modelo el EPS que se desarrolla en algunas universidades europeas pero incluyendo varias adaptaciones que permitan el cumplimiento de la normativa vigente en materia de regulación de los estudios universitarios oficiales. La principal diferencia es que el programa no está abierto a alumnos de distintos grados, sino que se alimenta únicamente de estudiantes del Grado en Ingeniería Química debido principalmente a las restricciones en materia de la elaboración del trabajo fin de Grado. El carácter multidisciplinar del programa lo aporta la participación de estudiantes internacionales procedentes tanto del área de ingeniería química como de otras áreas de la ingeniería.

La integración del programa CE-EPS en el grado se ha realizado con el visto bueno de los vicerrectorados de Internacionalización y Ordenación Académica de la Universidad de Cantabria, a través de la asignatura optativa *European Project Semester* (G1636) que se enmarca en el 4º curso, segundo cuatrimestre, de la titulación y que se ha impartido por primera vez en el curso académico 2013-2014. La asignatura tiene 30 ECTS que se estructuran en dos bloques diferenciados: 18 ECTS distribuidos en tres asignaturas optativas impartidas en inglés y 12 ECTS correspondientes al trabajo fin de Grado también supervisado y defendido en la lengua extranjera. La Figura 2 muestra esta distribución con mayor detalle.

La impartición completa en inglés presenta ventajas en dos sentidos: por un lado, pretende aumentar el atractivo de la Universidad de Cantabria para alumnos extranjeros que pueden venir en el marco del programa ERASMUS + ya que les permite cursar todo el cuatrimestre en inglés y por otro lado, permite a los estudiantes de la propia universidad que no puedan acceder a un semestre en una universidad europea, tener la experiencia del trabajo en entorno multicultural.

Tal y como se muestra en la Figura 3, la organización de la docencia se realiza en dos niveles: i) impartición de do-

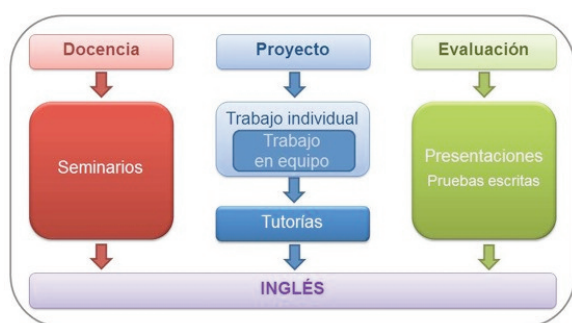


Figura 3. Esquema de las metodologías docentes del CE-EPS

cencia en el marco de las tres asignaturas optativas que integran el programa y ii) desarrollo de un proyecto en equipo en temáticas relacionadas con las asignaturas optativas como fase previa a la elaboración de los trabajos fin de Grado (TFG) individuales de los alumnos participantes en el programa. Cabe destacar que el equipo docente participante debe acreditar el nivel mínimo de idioma inglés, C1, condición exigida por la universidad para la impartición de docencia en dicha lengua.

La docencia de las asignaturas optativas se desarrolla durante la totalidad del cuatrimestre y se compone de un 50% de clases magistrales y un 50% de prácticas en laboratorio de ingeniería química o de simulación de procesos. El trabajo en equipo se elabora durante 7 semanas en el marco de una temática definida de acuerdo a las líneas de investigación de los docentes participantes en la asignatura o en función del perfil o intereses de los estudiantes del programa. Finalmente, los resultados obtenidos son empleados como punto de partida de los TFG que los alumnos tienen que elaborar y defender de forma individual tal como se especifica en la normativa de la Universidad de Cantabria de acuerdo a lo recogido en el RD1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales (España, 2007).

Existe un procedimiento de admisión y matrícula específico. El CE-EPS está diseñado para recibir a 10 estudiantes de la Universidad de Cantabria más los alumnos participantes en los programas de movilidad académica. En caso de que las solicitudes superen las plazas disponibles, se emplea como criterio de selección el expediente académico. Se considera como requisito imprescindible poder acreditar un nivel mínimo B1 de inglés.

European Project Semester (EPS) in Chemical Engineering
University of Cantabria, Spain

EPS in Chemical Engineering combines international teamwork on a project and specific courses taught in English. During this semester, you will improve your knowledge about Chemical Engineering in an international context working on actual topics:

- CO₂ capture and recovery
- New water sources
- Desalination processes
- Polymers and new materials
- Renewable energy sources
- Industrial waste valorization

The programme is offered by the University of Cantabria in Santander. The city is located in the North coast of Spain.

EPS in Chemical Engineering is a one-semester programme that starts in February and is designed to train final years undergraduates to work in international teams able to solve typical problems in Chemical Engineering.

Course code: G1636
Credits: 30 ECTS
Duration: One semester
Start of semester: February
Language: English
Location: Polytechnic School of Engineering, UC, Santander
Entry requirements: Proof of proficiency in English, i.e. level B1
Max. no. of participants: 20

PROGRAMME STRUCTURE

- Advanced Separation Processes (6 ECTS)
- Wastewater Treatment (6 ECTS)
- Life Cycle Assessment (6 ECTS)
- Project Team in Chemical Engineering (12 ECTS)

Supporting Courses

For information: E-mail: bringase@unican.es Telephone: +34 942200931

Figura 5. Imagen para la promoción internacional del programa CE-EPS.

La titulación tiene limitado el acceso anual a 60 alumnos y de la primera promoción hay unos 37 alumnos que se matriculan íntegramente de sucesivos cursos, lo que supone que aproximadamente un 27% de los alumnos que llegan a cuarto pueden cursar este programa. Por otro lado, en los últimos cuatro años han participado en el programa ERASMUS + 25 alumnos de media anual. La primera promoción del grado ha finalizado con 19 egresados en el curso 2013-2014. De ellos, 8 cursaron el CE-EPS y otros 6 realizaron un cuatrimestre en una universidad extranjera; por tanto, el 74% de ellos han podido incorporar la dimensión internacional en su formación por alguna de estas vías.

Los alumnos participantes en el programa EPS reciben un diploma acreditativo con la descripción del programa y

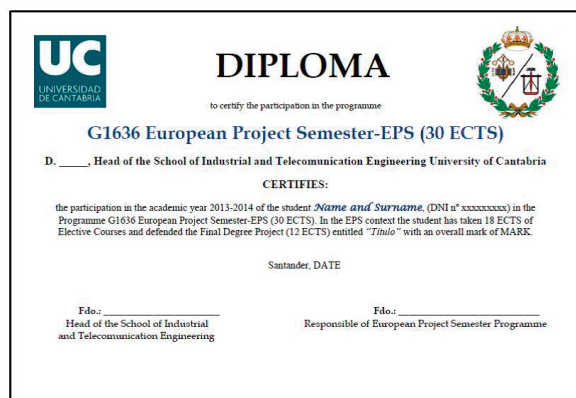


Figura 4. Diploma de participación en el programa CE-EPS.

G1636 European Project Semester-EPS

Course code: G1636
Credits: 30 ECTS
Duration: One semester
Start of semester: February
Language: English
Location: Polytechnic School of Engineering, UC, Santander
Entry requirements: Proof of proficiency in English, i.e. level B1
Max. no. of participants: 20

PROGRAMME STRUCTURE

- Advanced Separation Processes (6 ECTS)
- Wastewater Treatment (6 ECTS)
- Life Cycle Assessment (6 ECTS)
- Project Team in Chemical Engineering (12 ECTS)

Elective Courses

la calificación obtenida, contando con el visto bueno del responsable de la asignatura y el director del centro al que se adscribe el plan de estudios en el que se oferta la asignatura (Figura 4).

Unos de los principales retos para garantizar el éxito del programa es mantener y en su caso aumentar su impacto internacional. Para ello el coordinador de movilidad académica en el área de Ingeniería Química junto con el vicerrectorado de Internacionalización de la Universidad de Cantabria, han desarrollado una estrategia para la difusión del programa en diferentes universidades europeas así como en centros de educación superior de Estados Unidos y Latinoamérica. La Figura 5 muestra un ejemplo del material promocional elaborado para fomentar la participación de estudiantes extranjeros en el programa.

5. Identificación de competencias asociadas

Según se recoge en el Libro Blanco de la titulación, los *Objetivos del Programa Educativo* han de derivar del *Perfil Profesional* del Ingeniero Químico, y están claramente relacionados con las necesidades actuales del mercado laboral español y con las perspectivas de futuro del mercado laboral de la UE. Con este planteamiento las competencias/capacidades profesionales se confunden con los objetivos de los planes de estudio (ANECA 2005). Se puede entender por competencia el buen desempeño en contextos diversos y auténticos basado en la integración y activación de conocimientos, normas, técnicas, procedimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores (Villa y Poblete 2007).

Uno de los cambios que también ha supuesto el EEES es el concepto del aprendizaje basado en la adquisición de competencias. La sociedad está reclamando que los profesionales en particular y los ciudadanos en general, posean el dominio de destrezas y habilidades específicas. Surge un doble posicionamiento: formar sobre esas competencias en el ámbito profesional o desarrollarlas en el ámbito académico previo al laboral.

En este marco universitario, el estudiante ocupará un papel central ya que se espera que gran parte de su aprendizaje ocurra de forma autónoma. Se le pide al alumno que sea capaz de integrar la información y utilizarla adecuadamente en cada contexto.

Existen distintas clasificaciones, como puede ser la división en competencias instrumentales (Incluyen destrezas en manipular ideas y el entorno en el que se desenvuelven las personas, habilidades artesanales, destreza física, comprensión cognitiva, habilidad lingüística y logros académicos), competencias interpersonales (suponen habilidades personales y de relación) y competencias sistémicas (suponen destrezas y habilidades relacionadas con la totalidad de un sistema).

El Libro Blanco de la titulación las organiza según competencias transversales (genéricas, incluyen personales, instrumentales y sistémicas) y competencias específicas (conocimientos disciplinares y profesionales).

El plan de estudios del Grado en Ingeniería Química por la Universidad de Cantabria las agrupa en tres categorías: competencias generales, específicas y transversales, como se recoge en la memoria del título (<http://www.unican.es/of/DOT/MET-G-QUIMICA.pdf>)

Según se ha propuesto el CE-EPS se plantea como objetivo que los alumnos trabajen las siguientes competencias:

- Competencias generales:

CG-3: 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 IQ.

CG-7: Capacidad para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

- Competencias específicas:

CTFG: Capacidad para realizar un ejercicio original individual a presentar y defender ante un tribunal universitario.

- Competencias transversales:

CT-4: Conocimiento de lengua extranjera

CT-12: Habilidades en las relaciones interpersonales

CT-19: Adaptación a nuevas situaciones

CT-20: Habilidad para trabajar de forma autónoma

CT-23: Conocimiento de otras culturas y costumbres

Esto requiere también nuevos modos de evaluar, ya que no se trata solo de valorar conocimientos, sino que además hay que considerar el desempeño de los estudiantes en la resolución de situaciones en las que debe aplicar los conocimientos del modo adecuado y demostrar actitudes y valores adquiridos de forma integrada (Salas, 2007). La forma de evaluar las competencias es un tema de discusión recurrente (Blanco, 2009; Cano, 2008; Goñi, 2005; Riesco, 2008).

En este caso, el trabajar en grupos reducidos, con una dinámica personalizada, seminarios continuados, trabajos individuales y grupales que hay que presentar y defender en inglés, permite al profesor valorar estas competencias. En especial, cuando se trata de presentaciones y defensa oral como en el caso del trabajo fin de Grado se introducen rúbricas con los apartados que se desean evaluar y su ponderación está bien especificada.

6. Experiencia piloto e implantación del programa CE-EPS.

La actividad en el marco del programa CE-EPS en la Universidad de Cantabria se inicia en el curso académico 2010-2011 a través de la puesta en marcha de una experiencia piloto. En ella, un grupo de profesores combina sus esfuerzos para realizar una actividad docente que permite el seguimiento e interacción de los alumnos de movilidad en el área de ingeniería química, trabajando en un tema de estudio común junto con la con realización de seminarios semanales y tutorización individual de los alumnos. El programa formativo titulado *Hydrocarbons soil contamination. Experimental determination and risk assessment in Universidad de Cantabria as a case of study* ha contado con la participación de dos alumnos de la Universidad de la Sapienza (Roma), 2 alumnos de la Universidad de Artois (Francia) y un alumno de la Universidad de Ege (Turquía).

Los grupos de trabajo se han organizado de tal manera que hubiera la mayor diversidad de nacionalidades posible. Se ha observado que esto también ha ayudado a los estudiantes extranjeros a integrarse mejor en la dinámica cotidiana de la universidad.

En el curso 2011-2012 se lleva a cabo el Proyecto de Innovación Docente *Plan piloto integración del European Project Semester (EPS) en el curriculum de los graduados/as en la ingeniería de la Universidad de Cantabria* financiado por el vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa. La actividad desarrollada durante la ejecución

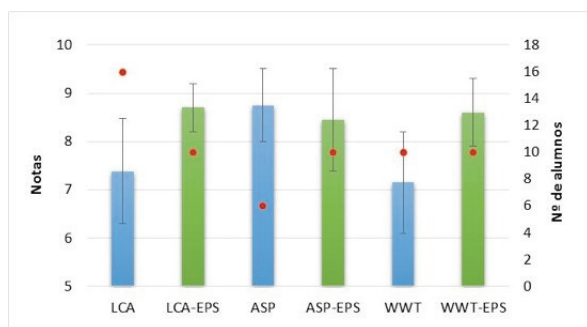


Figura 6. Resultados académicos y alumnos participantes en el CE-EPS durante el curso 2013-2014. Verde: notas de alumnos que no cursaban la asignatura dentro del CE-EPS. Azul: notas de alumnos que cursaban la asignatura dentro del CE-EPS. Rojo: número de alumnos matriculados en cada asignatura dentro y fuera del CE-EPS, en su caso.

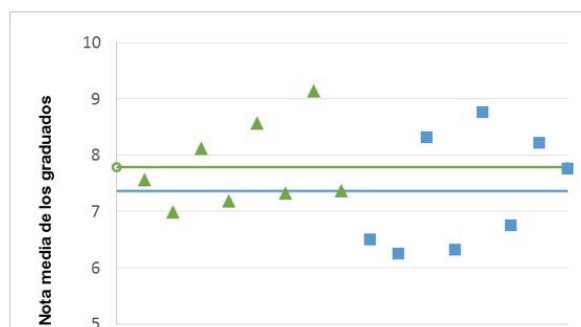


Figura 7. Nota media de los Graduados en Ingeniería Química en la UC del curso 2013-2014. Triángulo verde: alumnos participantes en el CE-EPS. Triángulo azul: alumnos no participantes en el CE-EPS. Línea verde: nota media del conjunto de alumnos participantes en el CE-EPS. Línea azul: nota media del conjunto de alumnos no participantes en el CE-EPS.

del proyecto ha permitido: i) establecer las bases con autoridades académicas (Vicerrectorado de Internacionalización y Vicerrectorado de Ordenación Académica) para la implantación del CE-EPS en el curso 2013-2014, ii) participar en acciones de *networking* con el objetivo de fomentar la difusión del programa formativo en otras universidades europeas (Participación en la reunión de *EPS Providers* celebrada en Tarbes-Francia, en Diciembre de 2011 y Participación en el *ERASMUS Intensive Programme on Biomaterials* celebrado en Bethune-Francia en Abril de 2012) y iii) desarrollar la segunda experiencia piloto del programa EPS con la participación de 5 profesores del área de Ingeniería Química y estudiantes de la Universidad de Cantabria y de la Universidad de Ege (Turquía).

Seguidamente, durante el curso 2012-2013 se sientan las bases administrativas y académicas para la puesta en marcha del programa en el curso 2013-2014 que en su primera edición, cuenta con la participación de 12 profesores del Departamento de Ingenierías Química y Biomolecular encargados de impartir docencia en los cursos optativos y de supervisar las actividades relativas al TFG de 10 alumnos matriculados en la asignatura, dos de los cuales proceden de la Universidad Técnica de Graz (Austria) y de la Universidad Técnica de Dresde (Alemania), respectivamente.

Los trabajos en equipo en dicho curso académico se han desarrollado en el marco de la temática *Advanced Materials in Chemical and Biomolecular Engineering* y han tenido como objetivo analizar el estado del arte relativo al uso de materiales avanzados (membranas, nanopartículas y líquidos iónicos) en diferentes áreas (recursos y medio ambiente, energía y biomedicina). Dichos trabajos han servido como fase inicial en la contextualización y posterior elaboración de los TFG individuales para acceder al título.

Las ocho semanas han incluido seminarios y actividades correspondientes a temas como:

- Búsqueda de información bibliográfica
- Aplicaciones generales de materiales avanzados
- Definición, caracterización y clasificación de membranas, nanomateriales y líquidos iónicos
- Desarrollo de aplicaciones específicas de membranas, nanomateriales y líquidos iónicos
- Materiales avanzados en la sociedad del conocimiento

La evaluación del programa CE-EPS se realiza a través de la correspondiente ponderación de las tres asignaturas que integran el programa junto al TFG. Dada la proporción

de créditos, las asignaturas (Advanced Separation Processes, Life Cycle Assessment y Wastewater Treatment) son valoradas con un 20% de la nota final cada una, mientras que el 40% restante se corresponde con la calificación del TFG. En cualquier caso, la evaluación individual de las asignaturas y del trabajo fin de Grado son regidos por sus propios criterios que se describen en las correspondientes guías docentes.

Algunos resultados del primer año del CE-EPS se muestran en la Figura 6. Se ha comparado la media de las calificaciones obtenidas en las tres asignaturas considerando los alumnos que forman parte del programa y los que las han cursado como una asignatura optativa independiente. En Life Cycle Assessment (LCA) y Wastewater Treatment (WWT) se observa que los resultados de los alumnos son mejores para los que participaban en el programa que para los que la cursaban como optativa independiente; mientras que para Advanced Separation Processes (ASP) las diferencias no son significativas. Este resultado puede indicar que el hecho de cursar las asignaturas dentro del programa produce una sinergia que hace que los alumnos obtengan mejores resultados. La Figura 6 también recoge el número de alumnos que han cursado cada asignatura dentro o fuera del CE-EPS para tener idea de la magnitud de la población objeto de estudio.

En la Figura 7 se puede observar la nota media de los alumnos que han finalizado el grado en el curso 2013-2014 comparando los que han participado en el CE-EPS y los que no. Los primeros han obtenido como valor medio 7,8 frente a un 7,4 del resto. En este parámetro no parece haber diferencias significativas entre ambos grupos de alumnos. Sin embargo hay que tener en cuenta que aproximadamente un 75% de los alumnos no participantes en el programa CE-EPS realizaron sus trabajos fin de grado en diferentes universidades europeas en el marco del programa ERASMUS +. Este hecho hace difícil el poder establecer una comparativa realista de los resultados obtenidos por los dos grupos de estudiantes.

Este programa ha presentado como principal fortaleza proporcionar la oportunidad de que 8 alumnos que no iban a participar en ningún programa de intercambio hayan podido introducir una dimensión internacional en su formación. Por otro lado, los profesores participantes en la experiencia han destacado un clima de trabajo colaborativo que ha culminado con buenos resultados académicos.

7. Conclusiones

A la vista de la necesidad de que los estudiantes desarrollen actividades que les permitan introducir una dimensión

internacional en su currículo de Graduados en Ingeniería Química, en la Universidad de Cantabria se ha desarrollado un programa denominado *Chemical Engineering European Project Semester* (CE-EPS) que incluye la docencia íntegra de tres asignaturas optativas en inglés, así como el seguimiento y evaluación de un trabajo individual y otro en grupo que servirá de base para el trabajo fin de Grado del alumno.

En el marco de este programa se han identificado varias competencias generales como 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 Química o la capacidad para trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar. El factor adicional radica en que estas competencias se han desarrollado en un marco internacional.

En el curso académico 2013-2014 el programa CE-EPS ha acogido a 10 estudiantes, dos de los cuales han sido extranjeros en el marco del programa ERASMUS +. Por otro lado, 6 estudiantes de la Universidad de Cantabria han realizado un semestre de movilidad académica en diferentes universidades europeas. Dado que al finalizar el curso 2013-2014 han terminado un total de 19 alumnos, el porcentaje de Graduados en Ingeniería Química que han participado en acciones de internacionalización representa el 74%.

Considerando los 16 alumnos que han cursado todas o alguna de las asignaturas del programa objeto de estudio y que han finalizado sus estudios, se observa que las notas medias de los que han participado en el CE-EPS son ligeramente superiores a las obtenidas por los alumnos que han realizado el trabajo fin de Grado por la vía habitual.

Los resultados mostrados indican que la experiencia ha resultado positiva. Desde el punto de vista de satisfacción de los profesores participantes en el programa, todos reconocen que se ha trabajado en un entorno muy agradable y se ha ganado en proximidad hacia los alumnos, lo que ha contribuido a un buen rendimiento académico.

Estos resultados permiten concluir que el programa CE-EPS es una propuesta con valor añadido para los estudiantes del Grado en Ingeniería Química ya que intensifica el carácter internacional de su currículo sin dejar de lado la calidad de la formación en ingeniería. La comisión de calidad del título será la encargada de recoger las principales conclusiones de todos los participantes y establecer futuras acciones de mejora.

8. Referencias bibliográficas

- ABET Accreditation Board for Engineering and Technology. Criteria for Accrediting Engineering Programs. Effective for Reviews During the 2012-2013 Accreditation Cycle. (2011). 20 Octubre 2014
http://www.abet.org/uploadedFiles/Accreditation/Accreditation_Process/Accreditation_Documents/Current/eac-criteria-2012-2013.pdf
- ANECA Agencia Nacional de Evaluación de la calidad y Acreditación. Libro Blanco Título de Grado en Ingeniería Química. (2005). 20 Junio 2014
http://www.aneca.es/var/media/150264/libroblanco_ingquimica_def.pdf
- Asociación Europea para la Educación Internacional (EAIE) (2014). 20 Octubre 2014.
<http://www.eaie.org/home/about-EAIE/expert-communities/overview/iah.html>
- Blanco, Ascensión (coord.) "Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior". Narcea S.A. de ediciones, Madrid, 2009.

- Campos, L.C.; Tadeu, E.A.; Manrique, A.L. and van Hat-tum-Janssen, N. (eds). "Project Approaches to Learning in Engineering Education: The Practice of Teamwork". Sense Publishers, Rotterdam, 2012.
<http://dx.doi.org/10.1007/978-94-6091-958-9>
- Cano, M^a Elena "La evaluación por competencias en la educación superior". Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado. (2008). 20 Junio 2014
<http://www.ugr.es/~recfpro/rev123COL1.pdf>
- European Project Semester (2014). 20 Junio 2014
<http://www.europeanprojectsemester.eu/info/Introduction>
- Goñi, Jesús (2005). "El espacio europeo de educación superior, un reto para la universidad. Competencias, tareas y evaluación, los ejes del currículum universitario". Editorial Octaedro, Barcelona.
- Malheiro, Benedita; Silvia, Manuel; Ribeiro, Maria Cristina; Guedes, Pedro; Ferreira, Paulo. "The European Project Semester at ISEP Learning to Learn Engineering". Proceedings 1st International Conference of the Portuguese-Society-for-Engineering-Education (CIS-PEE), IEEE, (2013).
- Orden CIN/351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. Boletín Oficial del Estado, 20 de febrero de 2009, núm. 44, 2009: 18145-18149. Consulta: 20 Junio 2014.
<http://www.boe.es/boe/dias/2009/02/20/pdfs/BOE-A-2009-2893.pdf>
- Organismo Autónomo Programas Educativos Europeos (OAPEE) (2014). 20 Octubre 2014.
<http://www.oapee.es/oapee/inicio/ErasmusPlus.html>
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Boletín Oficial del Estado, 30 de octubre de 2007, 260, 2007: 44037-44048. 20 Junio 2014
<http://www.boe.es/boe/dias/2007/10/30/pdfs/A44037-44048.pdf>
- Resolución de 5 de febrero de 2014, de la Universidad de Cantabria, por la que se publica el plan de estudios de Graduado en Ingeniería Química. Boletín oficial del Estado, 17 de febrero de 2014, núm. 41, 2014: 15480-15481. 20 Octubre 2014
<http://www.boe.es/boe/dias/2014/02/17/pdfs/BOE-A-2014-1738.pdf>
- Riesco, Manuel. "El enfoque por competencias en el EEES y sus implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje". Tendencias Pedagógicas, 13, 2008, 79-105.
- Salas, Manuel. "La elaboración del proyecto docente". Editorial UOC, Barcelona, 2007.
- Segalàs, J.; Benson, P.; Esbrí, M.E. "European Project Semester: 30 ECTS of PBL in sustainability with multi-cultural and multidisciplinary bachelor students groups". Proceedings International Conference on Engineering Education. ICEE2011: Engineering Sustainability for a Global Economy, 2011.
- Segalàs, J.; Benson, P. and Esbrí, M.E. "European Project Semester: A semester of project-based learning in sustainability with multi-cultural and multi-disciplinary bachelor of engineering student groups". Innovations 2012: World Innovations in Engineering Education and Research, ed. W. Aung, et al., iNEER, Potomac, MD, USA, 2012: 191-198.

Villa, Aurelio; Poblete, Manuel (2007). "Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas". Ediciones Mensajero, S.A.U. Bilbao. 20 Junio 2014 http://delegacion233.bligoo.com.mx/media/users/20/1002571/files/240726/Aprendizaje_Basado_en_Competencias.pdf

| Cita recomendada de este artículo

Rivero Martínez, María José; Bringas Elizalde, Eugenio; Domínguez Ramos, Antonio y Ortiz Uribe, Inmaculada (2014). Chemical Engineering European Project Semester: una propuesta internacionalizadora para la enseñanza de la Ingeniería Química. *@tic. revista d'innovació educativa*. (nº 13). URL. Fecha de consulta, dd/mm/aaaa.