

EXPERIENCIA DE IMPLANTACIÓN DE UNA ASIGNATURA BASADA ÍNTEGRAMENTE EN LAS METODOLOGÍAS ACTIVAS: A.B.P. Y A.C.

EGUIA RENTERIA, Juan José⁽¹⁾; DEL PORTILLO VALDÉS, Luis Alfonso⁽¹⁾

juanjo.egua@ehu.es; luis.delportillo@ehu.es

⁽¹⁾Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitatea, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao, Departamento de Máquinas y Motores Térmicos

RESUMEN

La comunicación presenta la experiencia en la implementación de una asignatura de grado mediante una docencia basada íntegramente en las metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, concretamente en el Aprendizaje Basado en Problemas (A.B.P.) y en el Aprendizaje Cooperativo (A.C.).

La experiencia se ha desarrollado dentro del programa ERAGIN de la UPV/EHU que pretende asesorar y profundizar en la utilización sistemática y coherente de metodologías activas, incorporando a la experiencia previa del docente nuevas estrategias y técnicas de enseñanza encaminadas hacia un aprendizaje más inductivo y más cercano a la resolución de situaciones profesionales reales de carácter abierto.

Las metodologías activas conciben el aprendizaje como un proceso constructivo y no receptivo, en el que los estudiantes trabajan cooperativamente en equipos, discutiendo, argumentando y evaluando constantemente lo que aprenden. El punto de partida lo constituyen situaciones o problemas del mundo real o de la práctica profesional. Los miembros del grupo tendrán que repartirse las tareas para avanzar, asumiendo una responsabilidad con el trabajo eficiente del grupo así como con el desarrollo de su aprendizaje individual.

La asignatura elegida ha sido Termodinámica, de 6 créditos ECTS, que se imparte de forma conjunta en los grados de Ingeniería Ambiental e Ingeniería en Organización Industrial, en el segundo cuatrimestre de 2º curso. Existen dos grupos, castellano y euskera, con 45 y 29 alumnos, respectivamente.

La propuesta diseñada e implementada durante el curso 2013/14 supone el 100% de la asignatura y de su sistema de evaluación. Tomando como base un problema estructurante, dividido en varios subproblemas, se han diseñado una serie de actividades que completan la totalidad de las horas, tanto presenciales como no presenciales, de dedicación del estudiante. Los estudiantes, trabajando en pequeños equipos, identifican los conocimientos necesarios para abordar las tareas, buscan información para aprender lo necesario, aplicarlo, y llegar a la solución. Las exposiciones del docente en el aula prácticamente desaparecen y éste actúa como guía del proceso de autoaprendizaje de los grupos de estudiantes.

La evaluación es formativa y continua, de forma que los estudiantes reciben una retroalimentación inmediata durante el proceso de aprendizaje, para valorar el progreso que están realizando en el desarrollo de las competencias y reorientar y adaptar la planificación docente a las necesidades que van surgiendo.

Palabras clave: Metodologías activas de enseñanza, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje cooperativo.

1. Introducción

Este trabajo resume la experiencia de implementación de una de una asignatura con docencia basada por completo en metodologías activas de enseñanza-aprendizaje, en la que se ha pretendido modificar la forma en la que los estudiantes abordan la consecución de las competencias de la asignatura y el rol que corresponde al profesorado.

Para ello el equipo de profesores, con el apoyo del Servicio de Asesoramiento Docente (SAE) de la UPV/EHU, en el marco del programa ERAGIN, ha diseñado un plan docente basado en técnicas de aprendizaje cooperativo. La puesta en práctica del nuevo método también ha requerido especial atención para modificar las inercias adquiridas de cursos anteriores, tanto en alumnos como en profesores, y adaptarse al nuevo sistema.

Finalmente se analizarán los resultados obtenidos (calificaciones, opiniones del alumnado, etc.) tras la implementación en las aulas de la asignatura durante el curso académico 2.12-13. rido

2. Contexto de la asignatura

La asignatura en la que se introducido la nueva metodología es Termodinámica, que se imparte conjuntamente en las titulaciones Grado en Ingeniería Ambiental y Grado en Ingeniería en Organización Industrial, durante el 2º cuatrimestre de 2º curso, en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao.

Es una asignatura que cuenta con 6 créditos ECTS, con una distribución en horas presenciales de 37,5 h magistrales, 15 h de prácticas de aula y 7,5 h de prácticas de laboratorio, a las que corresponderían 90 h no presenciales de dedicación de los alumnos.

La asignatura tiene una única competencia específica de módulo, que implica 3 competencias de la titulación: la específica G004 y las transversales G001 y G005, cuya redacción es:

| Tipo Transv/Espec | Clave | Competencia del Módulo | Competencias Titulación |
|-------------------|-------|---|-------------------------|
| Específica | M03R1 | Conocimientos de termodinámica aplicada y transmisión de calor. Principios básicos y su aplicación a la resolución de problemas de ingeniería | G001 G004 G005 |

| Tipo Transv/Espec | Clave | Competencia de la titulación | Competencia MEC |
|-------------------|-------|---|----------------------|
| Transversal | G001 | Capacidad para identificar, medir, enunciar, analizar, diagnosticar y describir científica y técnicamente un problema ambiental, así como corregir o evitar tanto el problema como su impacto. | MEC1 MEC3 MEC4 |
| Transversal | G002 | Conocimientos para participar en la redacción y desarrollo de proyectos e informes en el ámbito de la ingeniería ambiental, tomando parte en el diseño, proyecto y ejecución de las instalaciones que permitan la minimización del impacto de las actividades industriales y urbanas en los diferentes medios receptores: atmósfera, agua y suelos. | MEC2 MEC3 MEC4 |
| Específica | G003 | Capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior | MEC2 MEC4 |
| Específica | G004 | Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones | MEC1 MEC5 |
| Transversal | G005 | Capacidad de 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 Ambiental | MEC3 |

Tabla 3: Competencias de la asignatura.

Se trata de una asignatura obligatoria y es la única que contempla y desarrolla esta competencia de módulo dentro de la titulación. En la elaboración de la metodología docente se ha prestado interés no solamente a la adquisición de conocimientos sino también al desarrollo de las competencias transversales, con la implementación de actividades específicas dirigidas a la consecución de sus resultados de aprendizaje y a la evaluación de las mismas.

3. Metodología seguida en la asignatura.

La metodología activa que se ha implementado tiene como pilares las metodologías ABP y AC. La primera se basa en el aprendizaje inductivo basado en la resolución de un problema expuesto al comienzo del curso, de tal forma que durante su resolución el alumnado vaya adquiriendo las competencias necesarias que se hayan fijado como objetivo de la asignatura. La segunda es una metodología que, mediante el trabajo en equipo para solucionar problemas, favorece que el alumnado adquiera competencias transversales de la titulación.

Evidentemente, ambas metodologías se aplican simultáneamente para obtener los resultados esperados. Para abordar esta metodología el equipo docente debe actuar sobre tres ejes diferentes: planificación académica, organización del aula y gestión de resultados y evaluación.

3.1. Planificación académica.

La planificación académica implica tener en cuenta la carga total de trabajo asignada a la asignatura mediante su duración en ECTS. En el caso expuesto se trata de una asignatura de 6 ECTS, por lo que el equipo docente planificó un total de 150 horas de trabajo del alumnado. Además se estableció un Problema Estructurante (PE) que constituye el eje de la asignatura y cuya resolución permitirá al alumnado adquirir las competencias de la asignatura.

El PE, de forma resumida, plantea al alumnado una situación hipotética en la que son los responsables del Departamento de Planificación y Desarrollo Energético de la Diputación Foral de Bizkaia (DFB), que tienen a su cargo a un grupo de ingenieras e ingenieros recién titulados (rol que asume el equipo docente) y que deben proponer las líneas generales de la política energética de la DFB con respecto a los polígonos industriales de Bizkaia, para lo cual se ha elegido un polígono concreto denominado Langogorra (Arduo Trabajo).

El objetivo final del alumno consiste en definir una propuesta de integración de los sistemas energéticos del polígono junto con el análisis de la eficiencia energética, del ahorro de recursos energéticos y del beneficio medioambiental.

Durante el desarrollo del PE los ayudantes (equipo docente) proveen a los responsables de datos sobre las empresas del polígono y les plantean problemas concretos que el responsable de la DFB (rol asumido por los alumnos distribuidos en equipos de trabajo) deberán resolver para poder continuar con el PE. Con el fin de guiar al alumnado en el desarrollo del PE se ha estructurado este en tres subproblemas (SP1, SP2 y SP3).

El SP1 se utiliza para introducir los dos primeros capítulos del programa de la asignatura, “Introducción a la Termodinámica” y “La energía y la primera ley de la Termodinámica”. En este primer subproblema a cada equipo se le asigna una empresa del supuesto polígono industrial y ellos deben describir y cuantificar el proceso productivo, identificar los intercambios energéticos, determinar los recursos energéticos de la empresa y establecer los criterios para determinar el rendimiento energético de los diferentes sistemas energéticos. El SP1 termina con una exposición pública de los trabajos realizados.

El SP2 es el vehículo ideado para introducir los contenidos de los capítulos tercero y cuarto del programa de la asignatura, “Propiedades de una sustancia pura, simple y compresible” y “Análisis energético en un volumen de control”. En este subproblema se asigna a cada equipo una empresa del supuesto polígono industrial diferente de la que han trabajado en el SP1 y, evidentemente, deberán de partir del trabajo realizado por otro equipo.

En este subproblema, en primer lugar, se hace un análisis crítico del trabajo realizado por el equipo anterior y en el informe final del SP2 se detallan los defectos encontrados en el SP1 y se evalúa el trabajo realizado por sus predecesores. Posteriormente se deben identificar y cuantificar las sustancias que toman parte en los diferentes sistemas del proceso productivo, determinar las propiedades termodinámicas de las mismas y realizar los balances de masa y energía necesarios para

determinar todas las necesidades energéticas de la empresa y los rendimientos de los equipos. El SP2 termina con la exposición pública de los trabajos realizados.

El SP3 sirve para introducir los contenidos de los capítulos quinto y sexto del programa de la asignatura, “El segundo principio de la Termodinámica” y “La entropía, la exergía y su utilización”. En este subproblema a cada equipo de trabajo se le asignan tres empresas que constituyen el supuesto polígono industrial y la documentación previa de trabajo la constituyen los SP1 y SP2 de cada empresa. Durante este subproblema cada equipo debe identificar y valorar las irreversibilidades de los sistemas, realizar balances exergéticos y determinar la eficiencia exergética de los equipos.

Finalmente deberán hacer una propuesta de integración de los diferentes sistemas energéticos del polígono y proponer, partiendo de las conclusiones obtenidas, unas líneas generales que puedan regir la política energética de la DFB para la mejora de la eficiencia energética de los polígonos industriales. El SP3 concluye con una exposición y defensa pública del PE ante un grupo de expertos.

Paralelamente al desarrollo de los tres subproblemas, el equipo de jóvenes ingenieras e ingenieros, rol asumido por el equipo docente de la asignatura, propone a los equipos diferentes tareas que permitirán que el alumnado adquiera los conocimientos necesarios para poder llevar a buen puerto el PE. Estas tareas, a las que se ha denominado “parte formativa” se planifican para toda la duración del curso e incluye la planificación de todas las horas de trabajo del alumnado, tanto las presenciales como las no presenciales y que el alumnado dispone al comienzo del curso de un “Cuaderno del estudiante”, donde están recogidas todas las tareas, actividades, hitos, etc. que tendrán lugar durante el curso, de manera que sabe de antemano la carga de trabajo que tendrá todas las semanas del curso, lo que le permite planificar convenientemente el estudio del resto de asignaturas.

Cabe destacar que las explicaciones “colectivas” son muy escasas o casi nulas y que el equipo docente responde a demanda del alumnado, con lo que se consigue que sea el propio alumnado el que detecte la carencia y solicite la asistencia necesaria cuando no haya sido capaz de resolver una cuestión por sus propios medios.

La mayoría de las tareas programadas son de carácter grupal y se utilizan técnicas TBL (Team Based Learning). Entre las tareas se incluyen las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas, el uso de software relacionado con la termodinámica, el estudio de temas concretos, etc.

A modo de ejemplo de lo anteriormente expuesto se incluye la información suministrada en el cuaderno del estudiante para la organización una semana del cuatrimestre.

SEMANA 23 (23/02/2015)

ACTIVIDAD 2.6

Denominación: Práctica de laboratorio de propiedades de sustancias puras.

Tiempo planificado:

Presencial: Lunes de 08:00 - 09:30 (90 minutos) (ORG)

Martes de 08:00 - 09:30 (90 minutos) (AMB)

No presencial: 30 minutos

Forma de trabajo: Actividad individual y grupal. El alumnado deberá estudiar el guión de la práctica previamente publicado y a la hora correspondiente se deberá presentar en el Centro de Cálculo del Departamento y contestar a un test sobre el mismo de siete minutos de duración. Posteriormente se dirigirá al Laboratorio de Termodinámica, donde realizará, por equipos, la práctica de acuerdo con las indicaciones del profesorado. Finalmente, también por equipos, deberá preparar un informe sobre la práctica realizada.

Evaluación: Esta actividad será evaluada por el profesorado. MEDIA y NO DETERMINANTE. El test constituye el 50% de la calificación y el informe grupal el otro 50%.

ACTIVIDAD 2.7

Denominación: Resolución de problemas vía Termograf.

Tiempo planificado:

Presencial: 0

No presencial: 90 minutos

Forma de trabajo: Actividad individual. Cada alumno/a deberá resolver de forma individual el grupo de problemas “Entrega 2”, publicados previamente. La resolución se realizará con la ayuda del software Termograf.

Evaluación: Esta actividad será evaluada por el profesorado. MEDIA y NO DETERMINANTE.

ACTIVIDAD 2.8

Denominación: Estudio del análisis energético de volúmenes de control.

Tiempo planificado:

Presencial: Martes 11:00 - 12:30 (90 minutos)

No presencial: 120 minutos

Forma de trabajo: Actividad individual. Cada alumno deberá estudiar el capítulo 4 del libro de texto y tenerlo aprendido para la realizar la actividad 2.9

Evaluación: NO.

ACTIVIDAD 2.9

Denominación: Prueba puzzle del proceso de enseñanza aprendizaje del análisis energético de volúmenes de control.

Tiempo planificado:

Presencial: Jueves 12:00-14:00 (120 minutos)

No presencial:

Forma de trabajo: Actividad grupal. El objetivo es que los equipos se responsabilicen del proceso de enseñanza aprendizaje de todos sus integrantes, para ello, el profesor dividirá el contenido del tema 4 en tres secciones y cada grupo repartirá una sección a cada miembro del equipo. Durante 20 minutos cada alumno se tiene que responsabilizar de estudiar en profundidad la sección que le corresponda, posteriormente, durante otros 20 minutos, se reunirán, en grupos de tres, los alumnos que les haya correspondido la misma sección, a estas reuniones se las denomina “reuniones de expertos”, el objetivo de estas reuniones es la puesta en común de los aspectos más importantes de de cada una de las secciones y la elaboración de un esquema de la misma que deberá entregarse al finalizar la sesión al profesor. Una vez finalizada la reunión de expertos, se volverán a reunir los equipos originales y los responsables de cada sección tendrán 10 minutos para enseñarle al resto del equipo la sección que se han preparado, finalmente, el profesor pasará una prueba escrita de 30 minutos de duración que tendrá que contestarse de forma individual.

Evaluación: La evaluación la realizará el profesorado a través de los “esquemas” elaborados y de los resultados de la prueba escrita. La calificación de cada alumno será un 15% por el esquema presentado, un 35% la calificación individual obtenida en la prueba escrita y un 50% la nota media que haya obtenido el equipo en la prueba escrita. ALTA Y NO DETERMINANTE.

3.2. Organización del aula.

La distribución del alumnado en equipos es una tarea a la que se le debe prestar la suficiente atención para evitar problemas que surgirán con el desarrollo normal de la asignatura. Los criterios para formar equipos que se han seguido en la experiencia que se expone son los siguientes: grupos de cuatro personas, reparto equitativo por género, reparto equitativo de “repetidores”, reparto equitativo de las titulaciones (se recuerda que en estas aulas están agrupadas dos titulaciones Ingeniería Ambiental e ingeniería en Organización Industrial) y, en sus caso, separación obligatoria de hermanos o hermanas. Con estos criterios el alumnado tiene libertad de agrupación.

Una vez constituidos los grupos, que se mantendrán a lo largo de todo el curso, su primera tarea consiste en redactar un documento en el que tienen que definir: nombre del grupo, designación de los cargos de coordinador, representante y dos gestores, horario de reuniones para las actividades no presenciales que sea compatible para todos los miembros del equipo y normas de funcionamiento y acciones punitivas por incumplimiento.

El coordinador será el encargado de organizar y planificar la resolución de las tareas con antelación a la sesiones de trabajo, el representante, será el encargado de la comunicación con el equipo docente de la asignatura y los dos gestores se encargarán de planificar las entregas, agruparlas en un solo documento y entregarlas conveniente en el plazo fijado.

La elaboración propia de unas normas de funcionamiento y la asunción por todos los miembros del equipo de las acciones punitivas, se ha manifestado como una forma interesante de resolver los conflictos internos que surgen en los equipos, sobre todo al principio del curso. Estas normas, normalmente, incluyen recurrir al equipo docente únicamente en los casos de incumplimiento grave que requiera acciones severas como separación del equipo o expulsión. También es conveniente que todos los miembros del equipo firmen las normas y tengan una copia firmada de las mismas.

Otro aspecto importante para poder llevar a buen puerto esta metodología de trabajo es reclamar a la Dirección de la Escuela la asignación de espacios aptos para el trabajo en equipo, es decir, los pupitres no deberán estar anclados en el suelo, la clase debe ser amplia para que las voces de unos grupos no molesten a los otros y deberán tener buena cobertura Wifi y un buen número de enchufes eléctricos distribuidos por el aula para conectar los portátiles.

3.3. Gestión de resultados y evaluación.

La gestión de resultados y la evaluación, constituye el tercer eje de esta metodología. El sistema de evaluación seguido es el de evaluación continua y, de acuerdo con la normativa interna de la UPV/EHU, las asignaturas en las que se opte por este tipo de evaluación tendrán un tratamiento específico en cuanto a la renuncia y a la realización de la convocatoria extraordinaria.

Para la renuncia a una convocatoria según la normativa de la UPV/EHU es suficiente con no presentarse al examen de la convocatoria, sin embargo, para las asignaturas que opten por la evaluación continuada, deja que sea el equipo docente de la asignatura quien establezca, antes del comienzo del curso, el procedimiento de renuncia.

Para la convocatoria extraordinaria, la normativa de la UPV/EHU fija un examen final, pero para las asignaturas en las que se opte por la evaluación continuada se fija una prueba final. Para el caso expuesto se ha fijado una prueba final que contiene cuatro secciones específicas mediante las cuales el alumnado tiene la oportunidad de demostrar que ha alcanzado las mismas competencias que se alcanzan mediante la evaluación continuada. La prueba final consta de cuatro secciones: resolución de ejercicios en tiempo limitado, práctica e informe de laboratorio, resolución de problemas termodinámicos mediante software y realización, durante tres días, de un proyecto de ahorro energético, integración energética y mejora medioambiental de un grupo de empresas, este informe será expuesto y defendido ante un grupo de expertos.

Los criterios por los que se rige el sistema de evaluación son: todas las tareas son evaluadas, se pondera cada tarea en función de su relevancia o complejidad, el alumnado participa en su evaluación,

la rápida retroalimentación permite corregir errores, las tareas determinantes tienen una segunda oportunidad.

Como esta metodología se ha articulado en torno a un PE y tres SP, que se corresponden con tres bloques temáticos de la asignatura, se han ponderado de la siguiente manera: problema estructurante (20%), primer subproblema (15%), segundo subproblema (33%) y tercer subproblema (32%)

Para superar la asignatura es necesario obtener un 50%, como mínimo, de la máxima calificación en cada subproblema y 60%, como mínimo, en el problema estructurante.

Las tareas que realiza el alumnado a lo largo del curso están numeradas según el SP al que pertenecen, por lo que a medida que se van cumpliendo los subproblemas, el alumnado conoce su calificación y si tiene tareas que debe recuperar.

Las tareas a realizar se clasifican atendiendo a su relevancia en “determinantes” y “no determinantes”, las primeras es necesario superarlas por lo que tendrán siempre una segunda oportunidad.

Atendiendo a su complejidad las tareas se clasifican en simples, medias y altas, las simples constituyen un 13% de la nota, las medias un 30% y las altas un 57%.

Algunas tareas son evaluadas por el sistema de autoevaluación, tanto tareas individuales como grupales. Otras son evaluadas por iguales, es decir un equipo evalúa la labor realizada por otro equipo. Finalmente, hay tareas evaluadas por el equipo docente, con el compromiso que en el plazo de una semana el alumnado recibe una copia corregida y evaluada del trabajo realizado.

4. Resultados alcanzados

La metodología se introdujo durante el curso 2.013-14 siendo, por el momento, la única muestra que se dispone para el análisis de resultados. La experiencia se ha desarrollado con dos grupos, de 45 y 29 alumnos, a los que se ha impartido docencia en castellano y euskera, respectivamente, con un equipo de dos profesores. En el análisis se plantea la comparativa con el curso anterior, 2.012-13, para poder evaluar la tendencia de los parámetros estudiados.

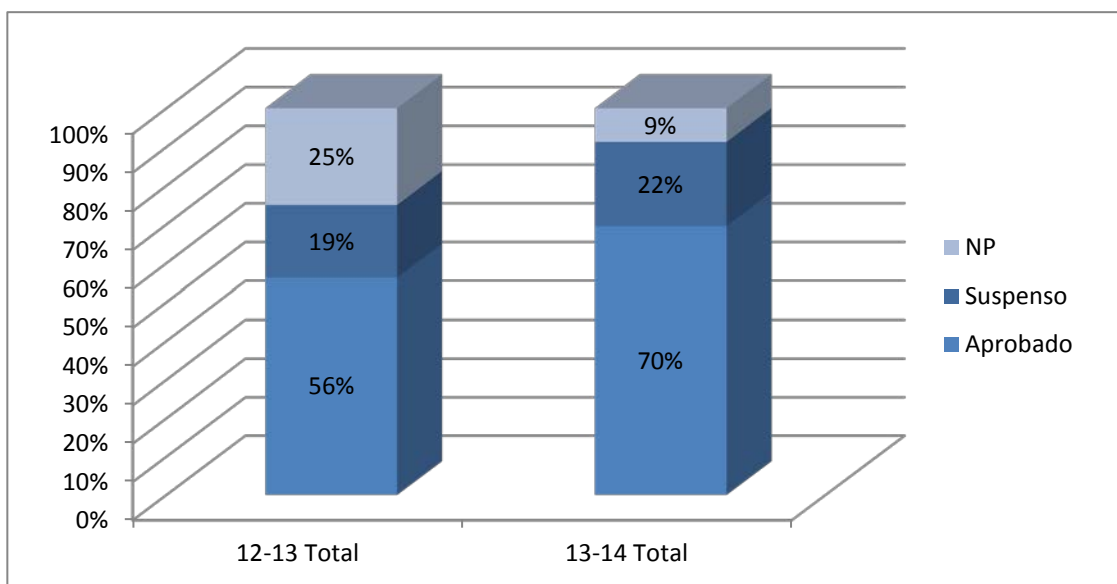


Gráfico 1: Evolución de resultados académicos

Atendiendo a los resultados académicos obtenidos por el alumnado tras la implantación de la nueva metodología, el gráfico 1 recoge la variación porcentual de estudiantes no presentados, suspensos y

aprobados durante dos cursos consecutivos. En ella se aprecia, en primer lugar, que se ha producido una mayor implicación de los estudiantes en la asignatura, con una reducción del 16% en el número de abandonos.

Pero el aspecto más relevante resulta el incremento del 14% en el número alumnos que han logrado superar la asignatura, como consecuencia de una actitud más positiva hacia la misma.

Analizando con mayor detalle las calificaciones obtenidas por los alumnos se ha observado que se produce un efecto de “suavizado” de en las mismas, disminuyendo tanto el número de notas muy bajas como el de muy altas. El gráfico 2 recoge la comparativa de las calificaciones obtenidas por los estudiantes durante los dos cursos, separadas por titulación.

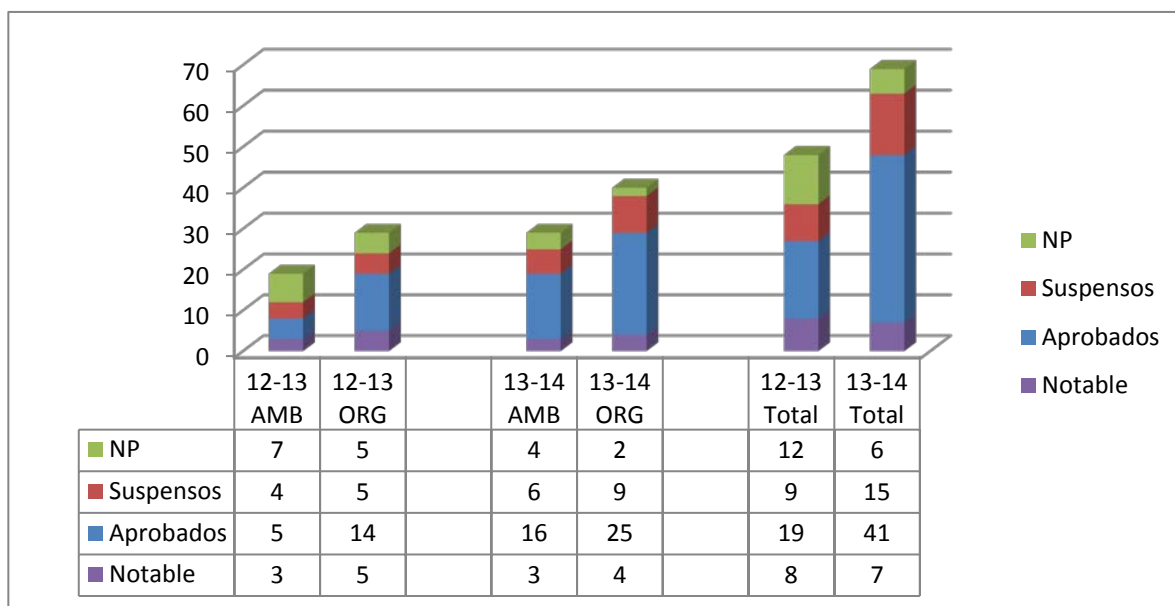


Gráfico 2: Comparativa de calificaciones por titulación

En el gráfico se aprecia que el número de alumnos que han obtenido una calificación de notable se ha reducido con la implantación de la nueva metodología, a pesar del aumento global de estudiantes. Lo mismo ocurre entre los suspensos, donde las calificaciones muy bajas desaparecen y la práctica totalidad de los alumnos obtuvieron calificaciones superiores a 3.

La valoración que los estudiantes hacen de la metodología implantada se ha recogido mediante la Encuesta de Opinión del Alumnado que se realiza regularmente en todas las titulaciones de la universidad. En la misma se ha obtenido un índice de satisfacción general de 4,1 (sobre 5 puntos) en la opinión que tienen los alumnos sobre la docencia del profesorado.

Los aspectos mejor valorados han sido: el desarrollo de la docencia (desarrollo claro y ordenado, favorecer el trabajo en equipo, motivar al alumnado, favorecer la actitud reflexiva, etc.), la interacción con el alumnado (favorecer un buen clima de grupo, disponibilidad ante las demandas del alumnado, atender adecuadamente las consultas, orientar en la búsqueda de soluciones, etc.) y la evaluación de aprendizajes (criterios y procedimientos de evaluación ajustados a lo trabajado durante el curso, el sistema de evaluación permite conocer el progreso en la consecución de las competencias, etc.).

Las cuestiones en las que se aprecia una opinión más discordante, y con mayor contraste entre valoraciones muy positivas y muy negativas por parte de los estudiantes se centran en la propia metodología docente (las modalidades de enseñanza-aprendizaje se ajustan a las características del grupo de estudiantes, de la naturaleza de la asignatura, de nuestras necesidades de aprendizaje, etc.)