

Adaptación de las Enseñanzas de Química aplicada a la Ingeniería en el modelo EEES

M^a del Carmen Clemente Jul

Departamento de Ingeniería Química y Combustibles

Grupo de Innovación Educativa: Química aplicada a la ingeniería de recursos minerales y energéticos

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid. Alenza 4. 28003 Madrid. España.

carmen.clemente@upm.es

Resumen

La innovación educativa realizada en la adaptación de las Enseñanzas de Química aplicada a la Ingeniería siguiendo el modelo recomendado para el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) ha contemplado las siguientes acciones:

- El diseño de un currículo que incluya únicamente los conocimientos básicos de la Química utilizando una metodología más participativa.
- Una visión más integral de la asignatura en la que la teoría y la práctica, ya sea experimental o en forma de problemas, vayan perfectamente unidas.
- Realización a lo largo del curso de un trabajo en equipos reducidos (máximo 4 estudiantes) que será tutorizado por el profesor y que se pretende que sea expuesto por los estudiantes.
- El uso de las tutorías como elemento fundamental de comunicación estudiante-profesor, Para ello se incentivará su uso tan individual como en pequeños grupos para por realizar de una manera personalizada el seguimiento del trabajo y aprendizaje del estudiante.

Se puede concluir que durante esta experiencia educativa se ha incrementado la asistencia activa y motivación de los alumnos lográndose un mayor y mejor aprovechamiento el tiempo de estudio y trabajo del estudiante de la asignatura con una cifra de estudiantes que han superado la asignatura sustancialmente superior a la de años académicos anteriores. Además los estudiantes han adquirido la metodología y conocimientos básicos para el aprendizaje avanzado de la Química y sus interconexiones con la Ingeniería y otras ramas del saber. Por último es de destacar el inicio del trabajo en equipo y exposición ante sus compañeros como elemento de aprendizaje fundamental para el mundo laboral.

1.- Introducción

La asignatura *Química II*, troncal de primer curso de la titulación de Ingeniero Superior de Minas de la Universidad Politécnica de Madrid consta de 6 créditos y se compone de las siguientes partes:

- Bloque 1. Cinética química
- Bloque 2. Equilibrios químicos
- Bloque 3. Equilibrios iónicos
- Bloque 4. Equilibrios de oxidación-reducción
- Bloque 5. Química orgánica
- Bloque 6. Procesos químicos para el desarrollo sostenible

En esta asignatura de *Química II* se han incluido diversas actividades que deben realizar los alumnos, además del examen final:

- Pruebas sin previo aviso: pruebas cortas de repaso realizadas en clase sin previo aviso.
- Prácticas de laboratorio: experiencias realizadas por el alumno y relacionadas con conceptos o materias del programa.
- Portafolio sobre procesos químicos para el desarrollo sostenible.

Todas estas actividades se valoran individualmente y se tienen en cuenta para la evaluación final.

2. Estrategia metodológica

La innovación principal que se ha realizado ha sido referente a la estrategia metodológica de evaluación y calificación. Desde el primer día de clase se informó a los alumnos que, este año, la calificación final constaría de las siguientes componentes:

- 20 % correspondiente a la media de las 7 prácticas obligatorias de laboratorio
- 80 % correspondiente al examen final
- Adicionalmente, se añade a la nota ponderada anterior, un 20% de la nota obtenida en la evaluación continuada sorpresa.
- Por otro lado, se propuso a los alumnos la realización de un portafolio, explicado más adelante, que supondría una puntuación adicional del 10%.

La evaluación continua sorpresa consiste en exámenes realizados sin previo aviso. Se ha realizado un examen sorpresa de corta duración (unos 15 ó 20 minutos) por cada tema o bloque de materia explicado. El momento de realizar los exámenes ha sido en la segunda mitad del desarrollo de cada tema, cuando ya se habían explicado en clase los contenidos incluidos en el examen y realizado ejercicios similares en clase.

El alumno puede obtener una nota total de 13 puntos. La calificación adicional del 20% de las pruebas sorpresa así como el 10% correspondiente al portafolio, se planteó como un elemento motivador a la asistencia y al interés generalizado hacia la asignatura, a la vez que para facilitar la toma de decisión del punto concreto de corte para los aprobados. Un alumno que haya obtenido un 5 como nota media en la evaluación continua, le corresponde una calificación adicional de $0,2 \cdot 5 = 1$ punto. Si además suponemos que obtuvo una nota de 5 en el portafolio, le correspondería otra calificación adicional de $0,1 \cdot 5 = 0,5$ puntos. Supuesto que este alumno hubiera obtenido como nota en el examen final un 4, las mencionadas puntuaciones extra le posiciona con un aprobado de 5,5. En cambio, un alumno que haya obtenido un 4,5

como nota final, pero que no haya asistido a clase y, por lo tanto, no le sea aplicable la calificación adicional, permanece con la nota de 4,5, es decir, suspenso.

Las mencionadas pruebas que constituyen la evaluación continua sorpresa están reflejadas en las figuras adjuntas al informe como 1F, 2F, 3F, 4F y 5F. Por su parte, el portafolio recibe la abreviatura de PORT. Las mencionadas figuras están divididas en los distintos grupos en que los alumnos decidieron asistir, o grupos de asistencia. Es decir, estos grupos no son los oficiales de las listas de la Secretaría del Centro, puesto que se dejó mucha libertad al alumno para elegir su grupo preferente, lo que afecta en mayor medida a los alumnos repetidores que prefieren ciertos horarios y profesores compatibles con los de las asignaturas de otros cursos. Esta forma de realizar las estadísticas se debe a que resulta más acorde a la realidad del transcurso de la asignatura.

El número de alumnos promedio, de las seis pruebas realizadas, en los diferentes grupos ha sido:

- Grupo A: 61 alumnos
- Grupo B: 49 alumnos
- Grupo C: 17 alumnos
- Alumnos matriculados: 164

La innovación específica implantada únicamente en Química II ha sido la realización de un portafolio sobre procesos químicos para el desarrollo sostenible que ha representado un 10 % adicional en la nota final del curso.

La utilización del portafolio ha sido para los alumnos un método nuevo de evaluación y aún así un porcentaje elevado de los alumnos que han cursado la asignatura han elegido este método que les supone un esfuerzo adicional. Para la organización de la evaluación del portafolio: estructura del portafolio, negociaciones para su planificación y evaluación entre profesores y alumnos, la selección del proceso de gasificación como tecnología energética de uso limpio, las relaciones de profesores y alumnos así como del desarrollo del mismo se han utilizado los recursos informáticos y las facilidades de la página web de la asignatura que ha sido adaptada para su mejor funcionamiento según las necesidades de la nueva herramienta de evaluación. La idea del portafolio como método de evaluación alternativa y la selección del proceso químico al cual se aplicaría fue presentada y defendida por la profesora coordinadora de la asignatura al resto de los profesores participantes en la docencia de la asignatura de Química II un mes antes del comienzo del curso y tras un constructivo debate se aceptó orientarlo definitivamente hacia la Gasificación (Energía y Medio Ambiente). Los principales contenidos y la estructura del portafolio se entregaron a los alumnos junto con la guía de la asignatura el día de la presentación de la misma y también se publicaron en la página web del Departamento: www.qyc.upm.es explicando a los alumnos la posibilidad de escoger la opción del portafolio como método de evaluación adicional y que se dieran de alta en la web a través de generar su ficha electrónica con la clave QII0607.

Las actividades principales del portafolio fueron establecidas el primer día de curso y agrupadas como:

- las bases químicas de la gasificación
- la gasificación de recursos energéticos fósiles y alternativos (carbón, biomasa, coque de petróleo, lodos de depuradora, plásticos y neumáticos de deshecho)
- la gasificación como tecnología energética avanzada de uso limpio y eficaz: su papel en la mitigación del cambio climático global

- aplicaciones de la gasificación en Europa, América y en los países de la zona Asia-Pacífico (incluida Australia)

3.- Resultados y discusión

3.1.- Resultados y discusión sobre las horas presenciales dedicadas a la asignatura

Como se desprende del estudio de la figura 1, la asistencia a clase es baja. La máxima asistencia a clase es del 65% de los matriculados (en el grupo C) en los dos primeros exámenes sorpresa. Sin embargo, la asistencia al examen final de junio es considerablemente superior a la existente a lo largo del curso lectivo aunque esta sigue siendo baja, un 63%.

Es decir, el pretendido elemento motivador de la puntuación adicional ha tenido muy baja incidencia ya que, por apreciaciones del profesorado (algo subjetivas ya que no se tienen datos concretos de años anteriores), los porcentajes de asistencia de este curso académico no han mejorado sensiblemente con respecto a precedentes cursos.

Las causas del pico de asistencia acontecido en el primer examen sorpresa posiblemente son:

- en el 2º, 3º, 4º y 5º examen sorpresa hay una disminución gradual de la asistencia a clase, por abandono de los ya matriculados.

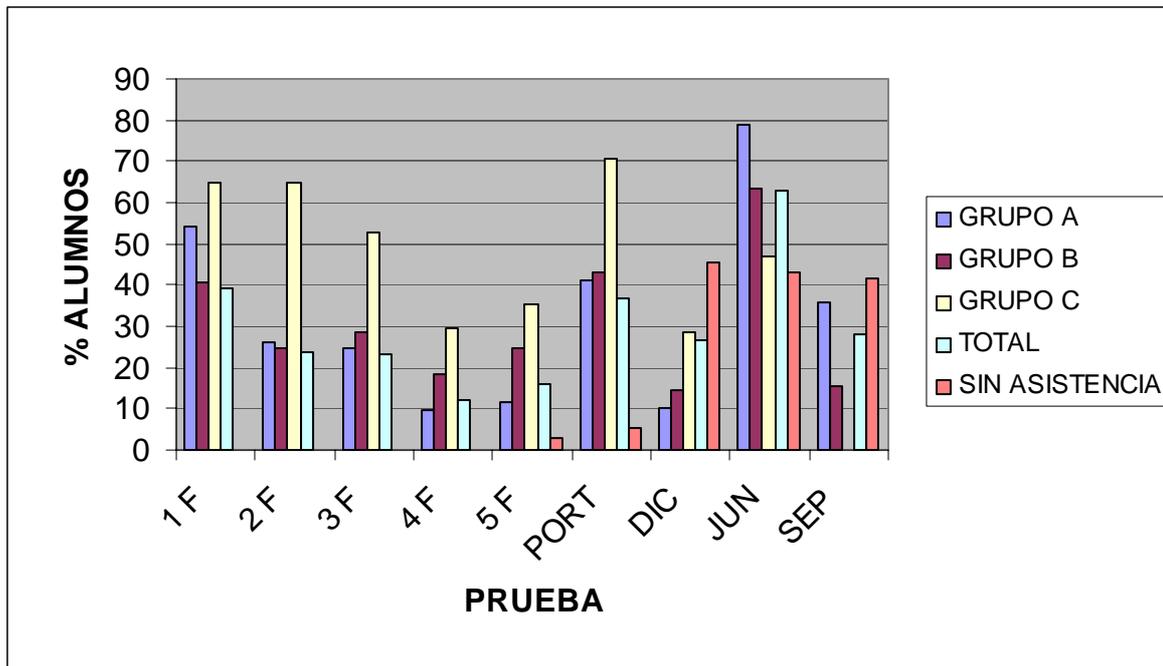


Figura 1.- Porcentaje de alumnos de cada grupo presentados a las diferentes actividades y pruebas

NOTA: En la figura 1, los porcentajes de asistencia a la convocatoria extraordinaria de diciembre están referidos al número de alumnos repetidores matriculados, no al número total de alumnos matriculados, dado que un alumno de nueva admisión no puede optar a esta convocatoria

Por otro lado, si nos fijamos en los datos del total de alumnos presentados, observamos que la asistencia a las pruebas sorpresa va en decadencia a medida que avanza el cuatrimestre. No obstante, en el portafolio, se percibe un grado de aceptación que se mantiene al mismo nivel alto, comparándolo con la evaluación continuada.

Asimismo, podemos comprobar como la asistencia al examen final de junio para los alumnos que nunca asistieron a clase es sensiblemente inferior que la del resto de alumnos.

La citada tendencia al absentismo a medida que transcurre el curso para el total de los 3 grupos, se representa de nuevo en la figura 2, donde puede verse con más claridad lo ya comentado.

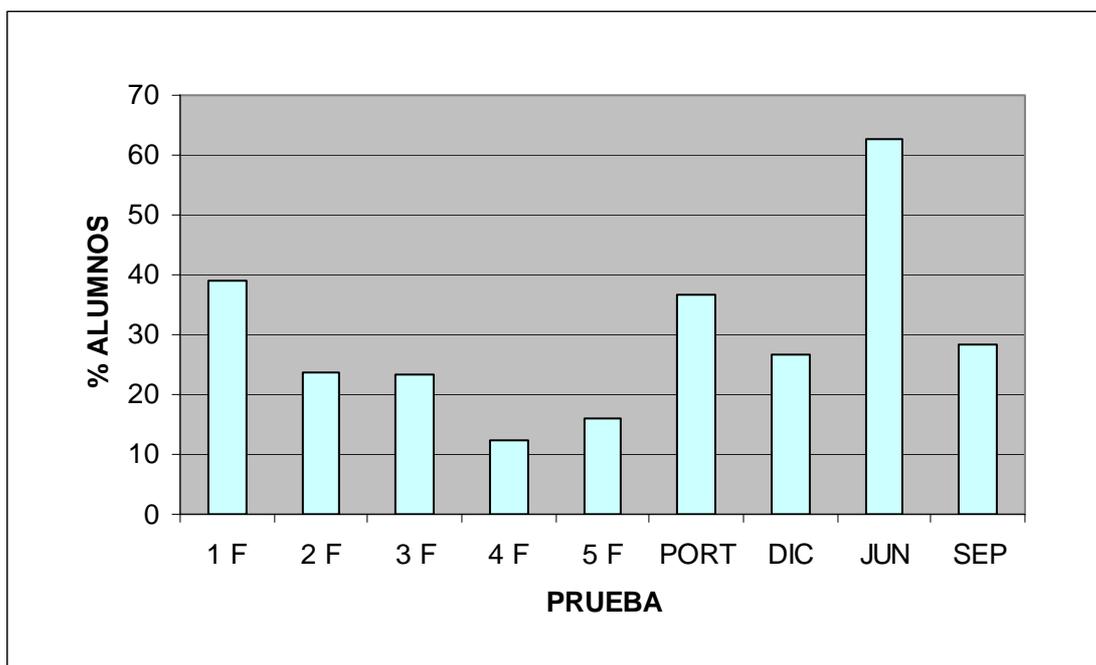


Figura 2.- Porcentaje de alumnos totales presentados a las diferentes actividades y pruebas

Al proceder al estudio de la asistencia de los alumnos de nuevo ingreso y compararla frente a la de los alumnos repetidores, existen notables diferencias. Según la figura 3, la asistencia a las respectivas pruebas sorpresas por parte de los alumnos de nuevo ingreso va decreciendo progresivamente. Esta conclusión resulta llamativa frente la deducida de la figura 4 en la que se puede comprobar que existe una asistencia mucho menor por parte de los alumnos repetidores aunque también se produce una disminución de la asistencia que es incluso, en este caso, más acentuada.

Asimismo, se aprecia que la asistencia al examen final de junio es mayor en el caso de alumnos de primera matrícula (74% de los matriculados) que en el caso de alumnos repetidores (52%).

Otra conclusión deducible del estudio realizado es la diferencia de portafolios presentados por los alumnos de primera matrícula (53%) frente a los alumnos repetidores (22%).

Es decir, en términos generales, los alumnos de nuevo ingreso aprovechan más las innovaciones educativas introducidas este curso mediante evaluación continuada y portafolio que los alumnos repetidores.

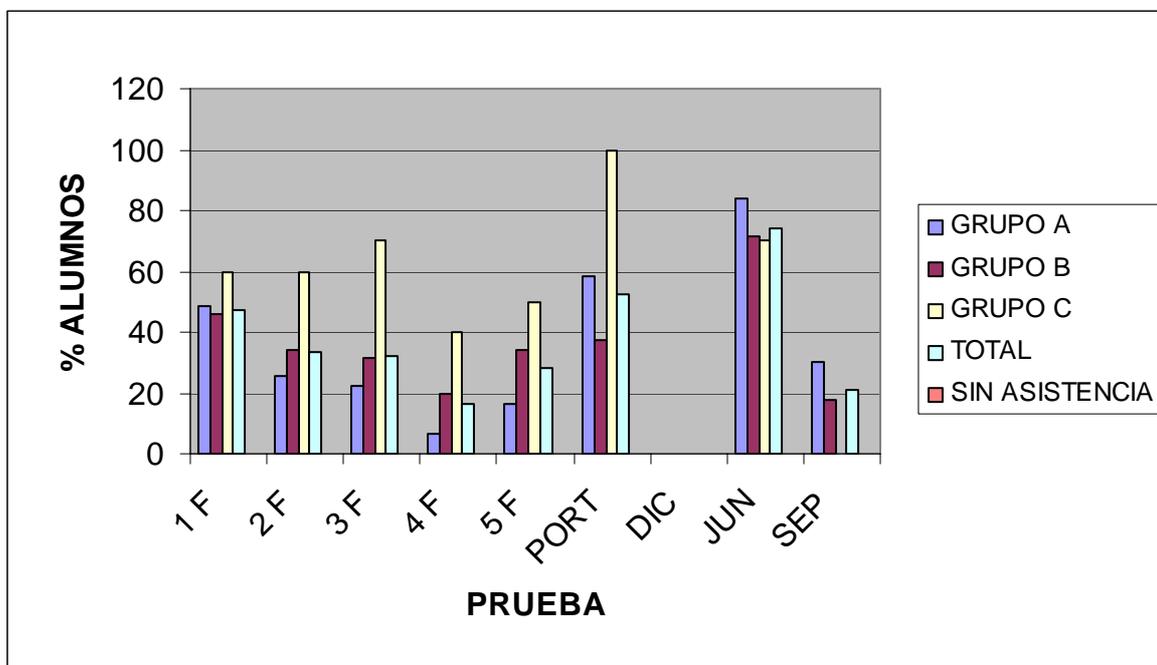


Figura 3.- Porcentaje de alumnos presentados de nuevo ingreso de cada grupo a las diferentes actividades y pruebas

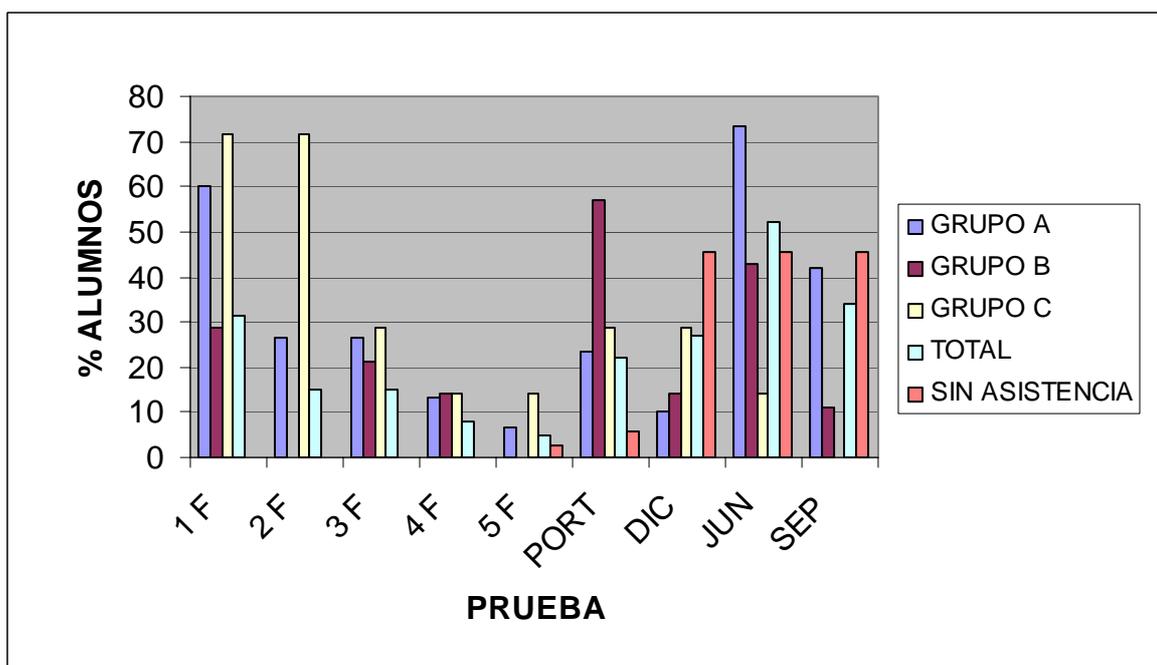


Figura 4.- Porcentaje de alumnos repetidores presentados de cada grupo a las diferentes actividades y pruebas

3.2. Resultados y discusión sobre las horas no presenciales dedicadas a la asignatura

Para aportar datos sobre el seguimiento y dedicación de los estudiantes se ha realizado, a modo de elemento de medida, una recolección de datos aportados voluntariamente por los alumnos sobre el número de horas dedicadas a diversas actividades fuera del aula. Concretamente se están recogiendo las cifras de horas que los alumnos declaran haber dedicado al:

- Estudio de la teoría impartida en clase
- Estudio de problemas prácticos
- Estudio previo de las prácticas de laboratorio
- Estudio en grupo/equipo

En el cómputo realizado sobre 43 alumnos se ha obtenido un valor medio de horas dedicadas de 79,58 horas por alumno para un total de 6 créditos impartidos en el aula, lo que da una relación global de 13,26 horas por crédito.

Se trata tan sólo de una primera medición, en la que se observa una gran dispersión de resultados, pero puede considerarse como sintomática.

En la figura 5, se muestra la distribución de las horas dedicadas a cada una de las partes antes mencionadas en las que se divide el estudio de la asignatura. Estos valores están referidos a la media de todos los alumnos.

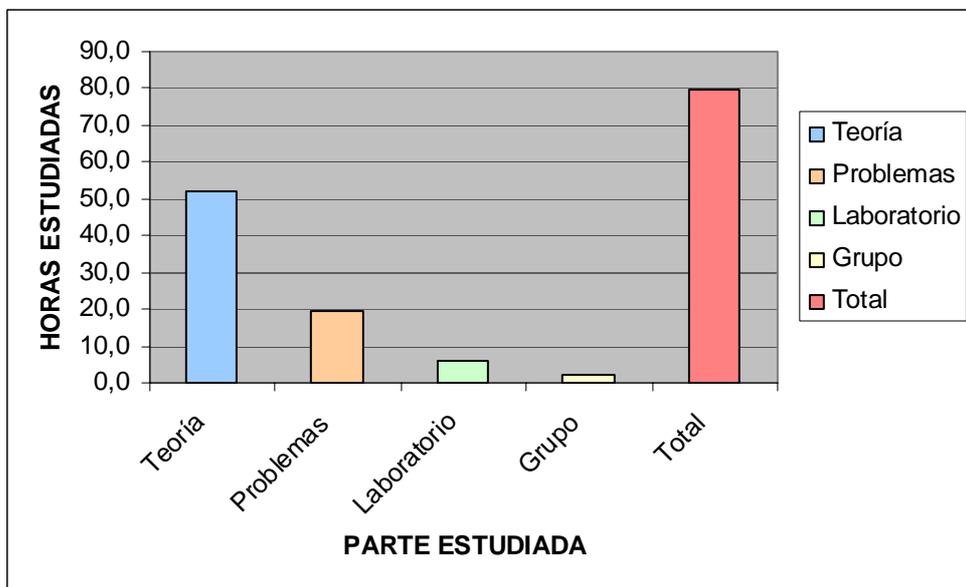


Figura 5.- Horas no presenciales dedicadas a las diferentes actividades fuera del aula

En la figura 6, se representa la proporción de cada una de las partes estudiadas que también están referidas a la media de todos los alumnos. De este modo, se observa que la mayor parte del tiempo de estudio se dedica a la preparación de la teoría y problemas, mientras que la preparación de las prácticas de laboratorio y el estudio en

grupo representan una fracción más pequeña de las horas estudiadas.

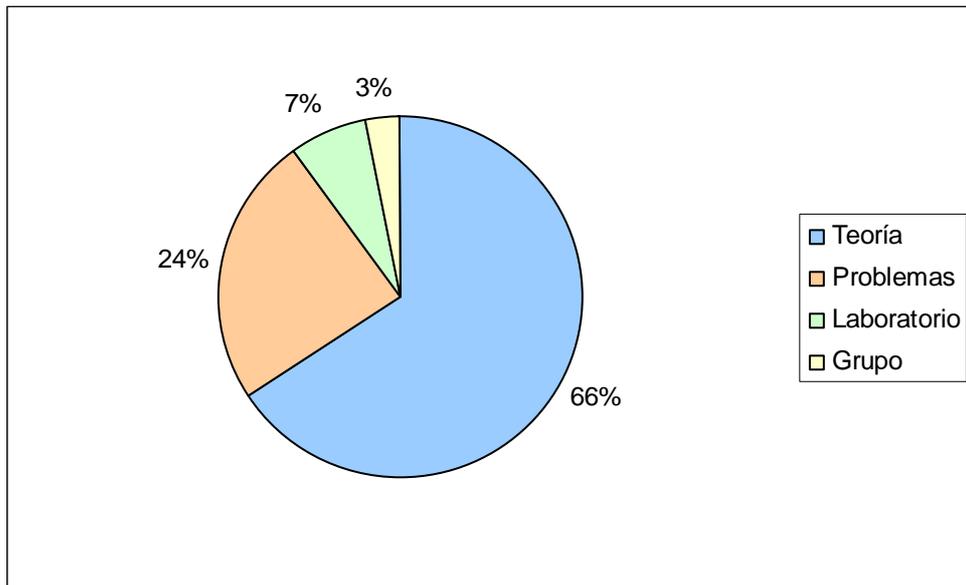


Figura 6.- Proporción de estudio no presencial de las diferentes actividades fuera del aula

Por último, en la figura 7, se muestra el número de alumnos y sus horas no presenciales dedicadas al estudio de la asignatura. Este gráfico no resulta excesivamente representativo puesto que existe una gran disparidad en cuanto a las horas dedicadas al estudio por cada alumno.

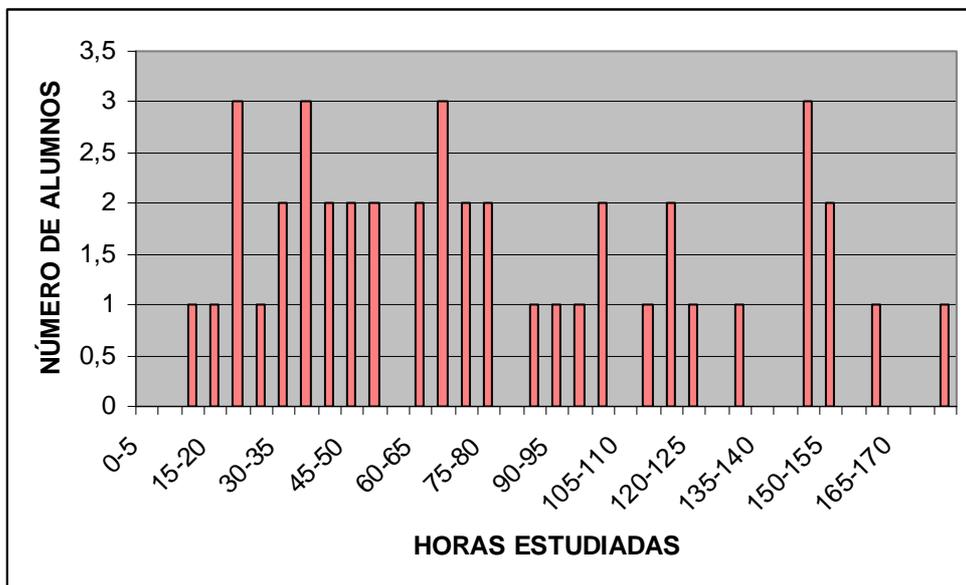


Figura 7.- Horas no presenciales dedicadas según el número de alumnos

NOTA: Los créditos referenciados son equivalentes a 10 horas

3.3.- Resultados y discusión sobre la evaluación de la asignatura

Al observar la figura 8, queda patente que las notas promedio de cada una de las pruebas sorpresa, se mantienen bastante parejas en los 3 grupos. Luego se deduce que no existe una clara influencia de los distintos profesores debido a sus capacidades docentes en los alumnos a la hora de ser examinados, y/o gran homogeneidad en la corrección y en las pruebas propuestas.

También se observa que la nota media de los presentados a cada prueba se mantiene relativamente constante a lo largo del tiempo.

Por otro lado, se observa que la nota media en el examen final de junio para el grupo C es ligeramente superior a la del resto de grupos así como en anteriores pruebas sorpresa. Una posible explicación es que, debido a la mala repartición del alumnado en los distintos grupos y las peculiaridades en el horario de este grupo C, los pocos alumnos que asistían a clase en este grupo hayan aprovechado más esas horas dado el bajo índice de alumnos por profesor existente.

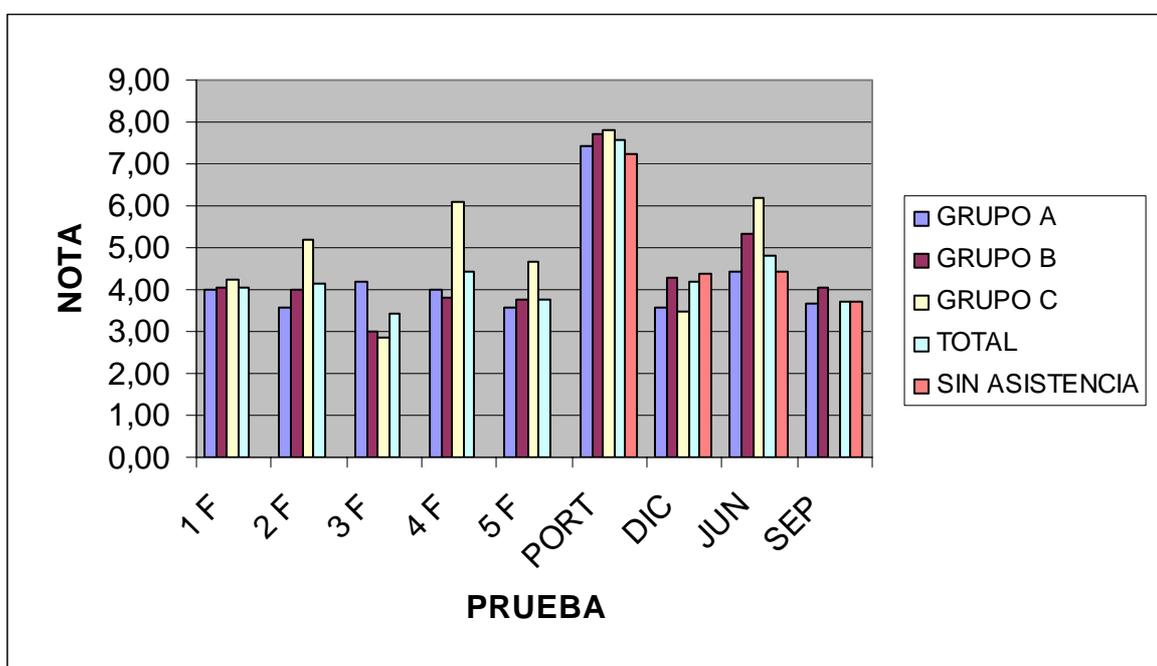


Figura 8.- Calificaciones promedio de los alumnos presentados a las diferentes actividades y pruebas

Asimismo, se desprende de la figura 8 que la puntuación media en el portafolio es considerablemente alta, es decir, que la puntuación media adicional que supone esta innovación, el 10% de la misma, es superior a la de las pruebas sorpresas así como la participación en el mismo en comparación con las anteriores.

Al igual que en el caso de la nota promedio, de la figura 9 se desprende que el nivel de aprobados en las pruebas sorpresa se mantiene constante a lo largo del curso. Este mantenimiento del nivel de alumnos aprobados puede ser debido a que:

- los alumnos que no valoran suficientemente la calificación adicional que se les presenta con la evaluación continuada
- los alumnos no estudian en casa de forma progresiva a lo largo del curso

Por otro lado, observamos que el porcentaje de alumnado que aprueba el examen de junio es menor en el caso de alumnos que no asistieron nunca a clase, es decir, que parece que las innovaciones de evaluación adicional introducidas (pruebas sorpresa y portafolio) resultan positivas para el alumno, puesto que los que no asistieron a clase no optaban a ellas, lo que les podría haber supuesto el aprobado.

Si nos fijamos en el total de alumnos aprobados, vemos que en junio se produce un valor que es mayor al del resto de pruebas sorpresa anteriores. Se puede suponer que se produce un estudio considerablemente mayor a la hora de presentarse al examen final de la asignatura que el realizado durante el curso. Es decir, no se va estudiando de forma constante durante el curso, se espera al final cuando es el examen final.

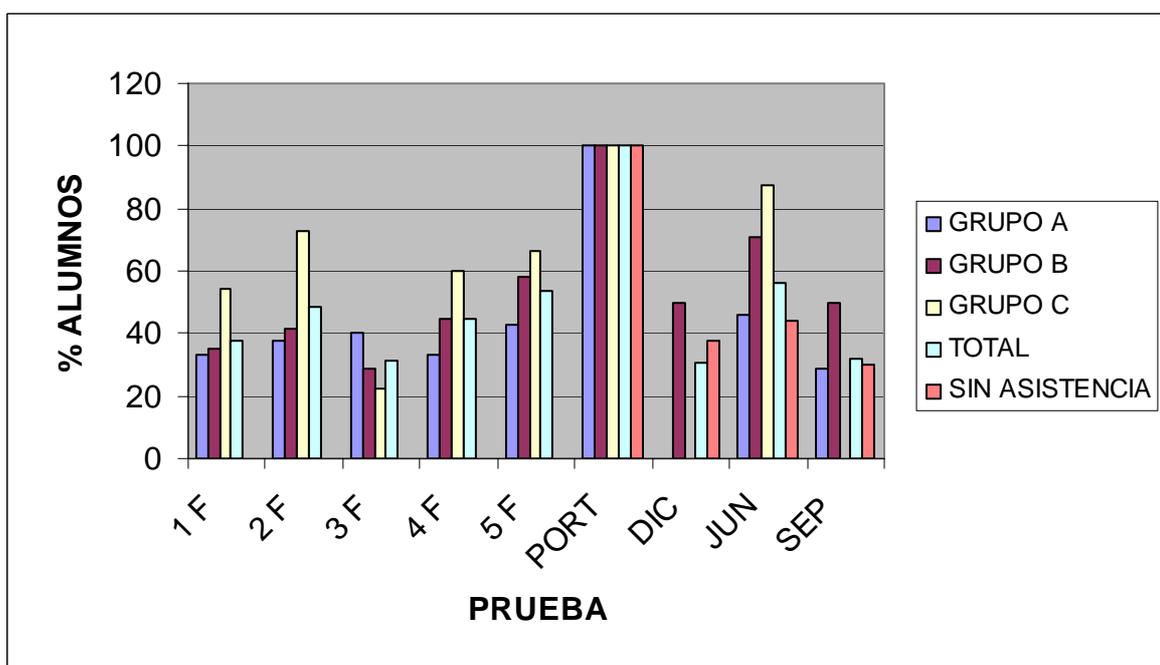


Figura 9.- Porcentaje de alumnos aprobados sobre el total de presentados a las diferentes actividades y pruebas

Asimismo, observamos que todos los alumnos que presentaron el portafolio lo aprobaron. Luego la puntuación adicional correspondiente a esta opción es muy favorable para los alumnos que participaron en el mismo.

NOTA: En la figura 9, los porcentajes de alumnos aprobados en la convocatoria extraordinaria de diciembre están referidos al número de alumnos repetidores que se han matriculado, no al número total de alumnos matriculados, dado que un alumno de nueva admisión no puede optar a esta convocatoria.

.En la figura 10, se demuestra cómo el sistema de evaluación adicional no ha sido aprovechado por los alumnos, en el caso de las pruebas sorpresa, teniendo en cuenta el bajo número de aprobados en cada una de ellas. No obstante, en el grupo C parece que esta aceptación ha sido mayor puesto que existe un mayor porcentaje de aprobados sobre el total de matriculados en las primeras pruebas sorpresas y en el portafolio.

Los alumnos que nunca asistieron a clase siguen considerablemente por debajo de la media en cuanto a alumnado aprobado respecto a los matriculados. Por lo tanto, parece provechoso asistir a clase.

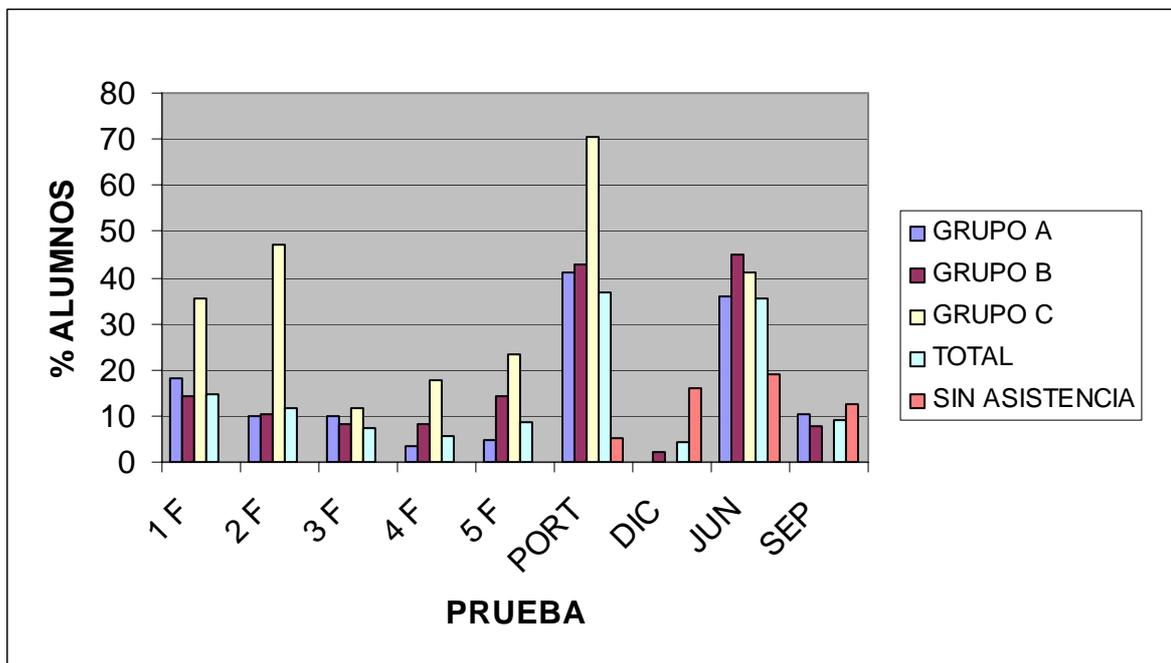


Figura 10.- Porcentaje de alumnos aprobados sobre el total de matriculados a las diferentes actividades y pruebas

Para los alumnos de nuevo ingreso, figura 11, el porcentaje de alumnos aprobados en junio frente a los presentados es el 60%. Mientras que en la figura 12, similar porcentaje para los repetidores es el 44%, aun cuando se tiene en cuenta la suma de los aprobados en diciembre y junio. Es decir, que el aprovechamiento global de los alumnos repetidores es inferior, aun con su “experiencia acumulada” que el de los alumnos de primera matriculación.

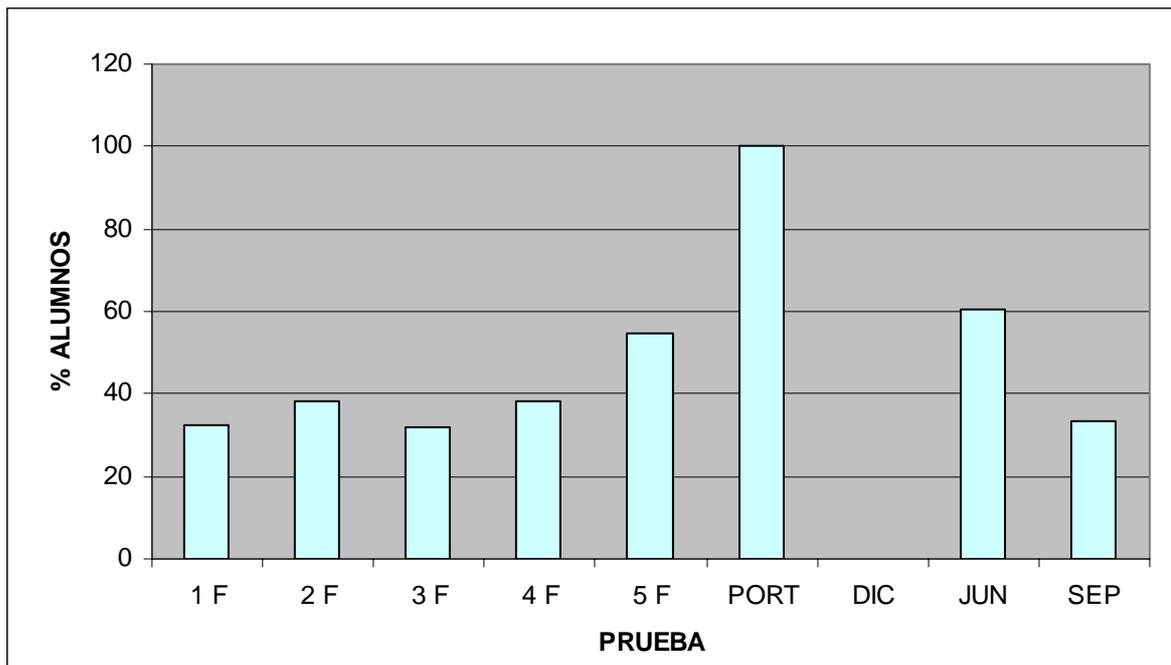


Figura 11.- Porcentaje de alumnos totales aprobados de primera matriculación sobre los presentados a las diferentes actividades y pruebas

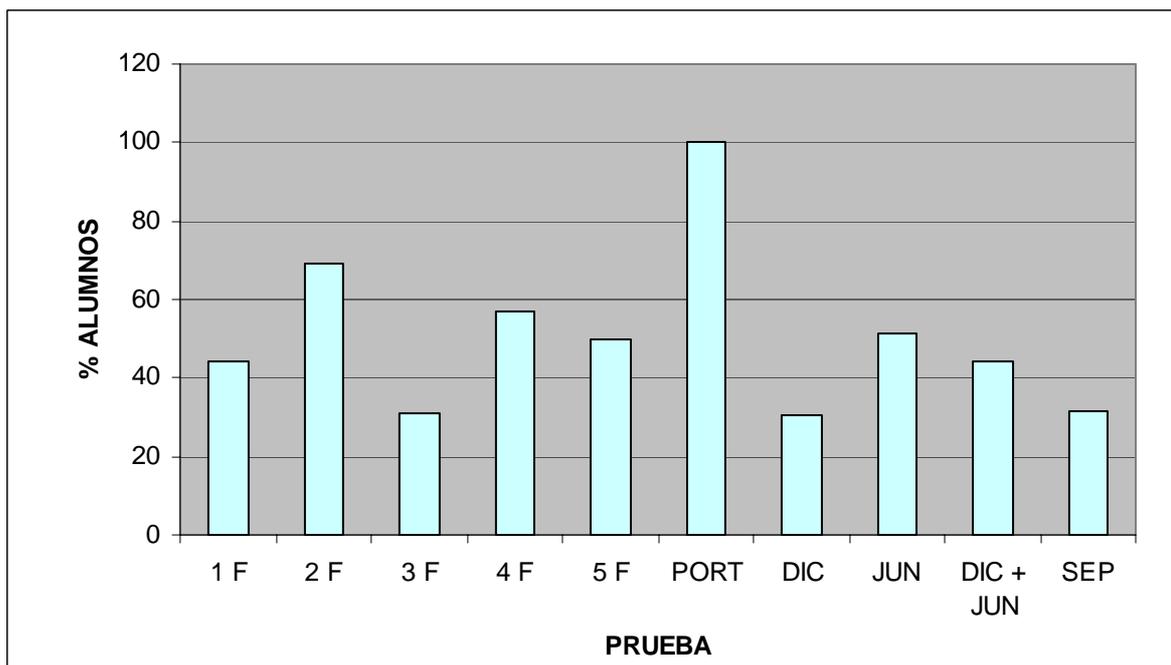


Figura 12.- Porcentaje de alumnos totales aprobados repetidores sobre los presentados a las diferentes actividades y pruebas

4. Conclusiones

1. La evaluación adicional no motiva la asistencia a clase del alumnado.
2. Los alumnos de primera matriculación asisten más a clase y de forma más constante frente a los alumnos repetidores además de aprovechar más el método de evolución continuada.
3. Las notas medias en las pruebas sorpresa se mantienen prácticamente constantes conforme avanza el curso lectivo.
4. En términos generales, el sistema de evaluación adicional en relación con las pruebas sorpresa no ha sido aprovechado por los alumnos teniendo en cuenta el bajo número de aprobados en cada una de ellas.
5. El portafolio ha tenido mucha mayor acogida por el alumnado que el resto de innovaciones docentes incorporadas a la evaluación de la asignatura.
6. La evaluación a partir del portafolio ha permitido la valoración de ciertas habilidades de los estudiantes de ingeniería que no son accesibles por los métodos de evaluación tradicional.
7. Como nuevo método de evaluación requiere una cuidadosa planificación y preparación. Es un método de evaluación que requiere un consumo de tiempo para los profesores y alumnos que tiene que ser cuantificado adecuadamente.
8. Los alumnos han valorado positivamente el esfuerzo y la dedicación del profesorado para implementar este nuevo método de enseñanza y evaluación.
9. El portafolio de Gasificación (Energía y Medioambiente) ha demostrado ser un buen método adicional de evaluación y una excelente herramienta para aproximar a los alumnos a la realidad del cambio climático y su posible mitigación.
10. El sistema de evaluación adicional incentiva la asistencia a clase dado que ha quedado demostrado que los alumnos que sí asisten a clase aprueban más que los no asistentes.
11. Los alumnos parece que no estudian paralelamente al desarrollo del curso, es decir, que esperan al examen final para enfrentarse a la asignatura
12. El aprovechamiento global de los alumnos repetidores es inferior al de los de nuevo ingreso

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del Proyecto financiado por la UPM: Adaptación de la Química I y II de la titulación de Ingeniero de Minas (IM) en créditos ECTS para su impartición en el curso 2006-07 e introducción de mejoras en la Industria de los Recursos Energéticos de Ingeniero Técnico de Minas (ITM) impartida en ECTS de manera experimental en el curso 2005-06

Bibliografía

ALLEM, D. (comp.) (2000). La evaluación del aprendizaje de los estudiantes. Una herramienta para el desarrollo profesional de los docentes. Buenos Aires: Paidós.

BROWN, G., BULL, J. AND PENDLEBURY, M. (1997). "Assessing student learning in higher education". London, Routledge.

CONTRERAS MUÑOZ, E. (2006). "El portafolios como medio de evaluación en la Universidad". ICE.UPM.

MARTIN-KNIEP, G. (2001). Portafolios del desempeño de maestros, profesionales y directivos. Buenos Aires: Paidós.

QUEROL ARAGON, E (2006). "Acceso "E-aula". Departamento de Ingeniería Química y Combustibles. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. Universidad Politécnica de Madrid.